COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE LAVORI PUBBLICI - SETTORE RISTR

DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 20

L'anno 2015 il giorno 14 del mese di Aprile il sot
dirigente di Settore Ristrutturazioni E Risanamen
Dirigenziale di seguito riportata.

OGGETTO INTERVENTI DI ADEGUAMENTO
ANTINCENDIO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO NA
VIA MEDAGLIE D'ORO DI LUNGA NAVIGAZIONE
ESECUTIVO. CUP B36E12001520004 CIG 621

Adottata il 14/04/2015
Esecutiva dal 21/04/2015

14/04/2015	INNOCENTINI ROBERTO

Sottoscritto digitalmente dal Di

COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE LAVORI PUBBLICI - SETTORE RISTRUTTURAZIONI E RISANAMENTI

DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 2015-176.3.0.-27

L'anno 2015 il giorno 14 del mese di Aprile il sottoscritto Innocentini Roberto in quali dirigente di Settore Ristrutturazioni E Risanamenti, ha adottato la Determinazione Dirigenziale di seguito riportata.

OGGETTO INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELL'ADEGUAMENTO ANTINCENDIO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO NAZARIO SAURO/FATA MORGANA, IN VIA MEDAGLIE D'ORO DI LUNGA NAVIGAZIONE 1 E 2, APPROVAZIONE PROGETTO ESECUTIVO. CUP B36E12001520004 CIG 6210303827 GULP 12395

Adottata il 14/04/2015
Esecutiva dal 21/04/2015

14/04/2015	INNOCENTINI ROBERTO

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE LAVORI PUBBLICI - SETTORE RISTRUTTURAZIONI E RISANAMENTI

DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 2015-176.3.0.-27

OGGETTO INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELL'ADEGUAMENTO ANTINCENDIO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO NAZARIO SAURO/FATA MORGANA, IN VIA MEDAGLIE D'ORO DI LUNGA NAVIGAZIONE 1 E 2, APPROVAZIONE PROGETTO ESECUTIVO. CUP B36E12001520004 CIG 6210303827 GULP 12395

IL DIRIGENTE RESPONSABILE

IL DIRIGENTE RESPONSABILE

Premesso:

- che con deliberazione della Giunta comunale n. 285 del 21/11/2013 sono stati approvati il progetto preliminare/definitivo ed il relativo Quadro Economico degli interventi per completamento dell'adeguamento antincendio dell'edificio scolastico Nazario Sauro/Fata Morgana, sito in via Medaglie d'Oro di Lunga Navigazione civici 1 e 2, per una spesa complessiva di Euro 130.000,00;

- che con determinazione dirigenziale n. 2013/154.3.0-91 del 12/12/2013 sono stati approvati i relativi lavori ed impegnata la sopra indicata spesa complessiva;

- che con successiva determinazione dirigenziale n. 2014/176.3.0/15 del 21/02/2014, è stato conferito l'incarico all'ing. Cesare Gemme per il coordinamento di sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione dei lavori in argomento nonché la redazione del progetto di adeguamento antincendio, per l'importo complessivo di € 13.956,80;

- che l'ing. Cesare Gemme ha provveduto a sviluppare il progetto esecutivo conservato agli atti dell'ufficio, relativo all' appalto in oggetto, costituito dai seguenti elaborati:
- Tav. 1-E Ar Opere Edili –Piante Piani Terra e Primo
- Tav. 2-E Ar Opere Edili – Piante Piano Secondo
- Tav. 1-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Piante Piani Terra, Primo e Secondo
- Tav. 2-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare Quadro Elettrico Protezione Linea
- Tav. 3-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare Quadro Elettrico Generale

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

- Tav. 4-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare Quadro Elettrico Piani Primo
- Tav. 5-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare Quadro Elettrico Cucine
- Tav. 1-E Sp Adeguamento Impianti Speciali –Piante Piani Terra, Primo e Secondo
- Tav. 1-E Id Adeguamento Impianto Idranti – Piante Piani Terra, Primo e Secondo
- Tav. 2-E Id Adeguamento Impianto Idranti – Schema unifilare
- Tav. 3-E Id Adeguamento Impianto Idranti – Planimetria Generale
- Tav. RL-DSC-e Relazione Illustrativa
- Tav. RL-ID-e Relazione di calcolo impianto idranti
- Tav. RL-EI-e Relazione di calcolo impianti elettrici e speciali
- Tav. RL-QE-e Quadro economico
- Tav. RL-EP-e Elenco Prezzi Unitari indicante, per ogni singola lavorazione, la quota di costo del personale, non soggetta a ribasso;
- Tav. RL-AP-e Analisi nuovi prezzi
- Tav. RL-CM-e Computo metrico
- Tav. RL-CME-e Computo metrico estimativo
- Tav. RL-CMS-e Computo metrico oneri della sicurezza
- Tav. RL-CRP-e Cronoprogramma
- Tav. RL-PS-e Piano di sicurezza e coordinamento redatto in conformità alla vigente normativa
- Tav. RL-Fisic-e Fascicolo dell'opera
- Tav. RL-PM-e Piano di Manutenzione dell'opera

- che il Settore Ristrutturazioni e Risanamenti ha provveduto a sviluppare i seguenti elaborati integrativi del progetto esecutivo relativo all' appalto in oggetto:
  - Capitolato speciale d'appalto;
  - Schema di Contratto;

- che con determinazione dirigenziale n. 2014/176.3.0/66 del 6/08/2014, è stata affidata, utilizzando i fondi gia' disponibili nel quadro economico come "imprevisti", alla Schindler S.p.a. la fornitura ed installazione di un combinatore telefonico a servizio dell'ascensore dell'edificio scolastico in oggetto, per l'importo complessivo di € 1.159,00;

- che il Responsabile del Procedimento ha proceduto, in contradditorio con il progettista, ad espletare la procedura di verifica, come da verbale in data 07/04/2015 - prot. NP 2015/656 e che il Direttore dei lavori, con nota in data 31/03/2015 prot NP 2015/2015/624, ha emesso l'attestazione ex art.106, comma 1, D.P.R. 207/2010;

- che il Responsabile del Procedimento, preso atto dell'esito della succitata positiva verifica, ha validato, ai sensi dell'art. 55 del D.P.R. 207/2010, come da verbale in data 07/04/2015 prot. NP 2015/657, dando atto che ricorrono le condizioni di cui all'art. 7, comma 1, lett.c) del D.P.R. 380/2001, utili al conseguimento del necessario titolo edilizio abilitativo;

- che il quadro economico, in conseguenza dello sviluppo del progetto esecutivo, viene lievemente modificato nei parziali lasciando invariato il quadro complessivo rispetto a quello già approvato con la citata DGC n. 266 del 25/10/2012, nel modo sottoindicato:

QUADRO ECONOMICO			
A	**Lavori a misura**		Importo

A.1.1	**Lavori soggetti a ribasso d'asta**	Euro	49.211,55
A.1.2	**Costo del personale** (non soggetto a ribasso)		23.080,69
B	**ONERI PER LA SICUREZZA** (non soggetti a ribasso)	**Euro**	4.400.00
C	**OPERE IN ECONOMIA** (non soggetti a ribasso)	**Euro**	8.600,00
E	**Totale lavori a base d'appalto**	**Euro**	**85.292,24**
	I.V.A. al 22% sul totale lavori	**Euro**	**18.764,29**
	Imprevisti (gia' parzialmente impegnate per Euro 1.159,00 con D.D. n° 2014-176.3.0/66 del 6/8/2014)	**Euro**	3.864,08
	Spese tecniche (gia' parzialmente impegnate per Euro 13.956,80 con D.D. n° 2014-176.3.0/15 del 21/2/2014)	**Euro**	18.000,00
	Allacci	**Euro**	2.800,00
	Incentivo ex art. 92 163/2006	**Euro**	1.279,39
	Totale somme a disposizione		**25.943,47**
	TOTALE COMPLESSIVO	**Euro**	**130.000,00**

Rilevato:

-che è possibile procedere all'esecuzione dei lavori in argomento con le modalità previste dall'art. 53, comma 2, lett.a), D.Lgs 163/2006-contratto di sola esecuzione- e comma 4-II° periodo, articolo citato-contratto a misura;

- che in considerazione delle caratteristiche dell'oggetto del contratto, è necessario procedere all'affidamento dei lavori di che trattasi con il criterio del prezzo più basso, inferiore a quello posto a base di gara, determinato, ai sensi dell'art. 82, comma 2 lettera a) del D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163, mediante ribasso unico da esprimere sull'elenco dei prezzi, con esclusione automatica dalla gara, ai sensi dell'art. 122, comma 9, del D.Lgs. 163/2006, delle offerte che presentano una percentuale di ribasso pari o superiore alla soglia di anomalia individuata ai sensi dell'art. 86, comma 1, D.Lgs. 163/2006, per un importo dei lavori posto a base di gara, da contabilizzare a misura di Euro 72.292,24 di cui Euro 23.080,69 costo del personale non soggetto a ribasso oltre ad Euro 4.400,00 per oneri di sicurezza ed Euro 8.600,00 per opere in economia, entrambi non soggetti a ribasso, il tutto oltre IVA 22%;

- che è opportuno conferire in appalto i lavori di che trattasi mediante procedura negoziata, ai sensi dell'art. 122, comma 7, D.Lgs 163/2006, senza previa pubblicazione di bando, con gara informale alla quale dovrà essere invitato un congruo numero di Imprese, alle condizioni e oneri di cui al Capitolato Speciale d'Appalto e Schema di Contratto, allegati al presente provvedimento come parte integrante e sostanziale, e del Capitolato Generale approvato con D.M. LL.PP. 19 aprile 2000 n. 145, in quanto vigente e compatibile con le disposizioni di cui al D.P.R. 207/2010;

- che la procedura negoziata consente di addivenire all'aggiudicazione e al conseguente inizio dei lavori con maggiore celerità ed efficacia rispetto alle altre tipologie di affidamento, tenuto conto-altresì-del non rilevante ammontare dell'importo dei lavori;

- che la procedura in argomento dovrà essere esperita alle condizioni ed oneri del Capitolato Speciale d'Appalto e Schema di Contratto, allegati al presente provvedimento quale parte integrante e sostanziale, e-per quanto dagli stessi non stabilito- dal Capitolato Generale approvato con

D.M.LL.PP. 19.04.2000 n.145, per quanto ancora vigente e compatibile con le disposizioni del D.Lgs n. 163/2006;

- che, con riferimento al Decreto del Ministero dell' Economia e Finanze del 23/1/2015, si evidenzia che gli interventi in questione sono riconducibili ad attivita' in parte prevalente di tipo istituzionale (per Euro 46.614,24) ed in parte secondaria di tipo commerciale (per Euro 25.678,00) in quanto riferite a "mensa scolastica" ed "asilo nido" e che gli stessi sono totalmente riconducibili ad attivita' contenute nella tabella ATECO 2007 sezioni F ed N (impianti e opere di finitura di edificio);

Visti gli articoli 107, 153 comma 5 e 192 del D.Lgs. n. 267/2000
Visti gli articoli 77 e 80 del vigente Statuto del Comune
Visti gli articoli 4, 16 e 17 del D.Lgs. n. 165/2001;

IL DIRIGENTE DETERMINA

1. di approvare il progetto esecutivo degli interventi di completamento dell'adeguamento antincendio dell'edificio scolastico Nazario Sauro/Fata Morgana, sito in via Medaglie d'Oro di Lunga Navigazione civici 1 e 2, come costituito dagli elaborati elencati in parte narrativa, di cui si allegano, come parte integrante e sostanziale del presente provvedimento, Capitolato Speciale d'Appalto, Schema di Contratto ed Elenco prezzi;

2. di dare atto che, visto il verbale di validazione del progetto di che trattasi, redatto in data 07/04/2015 prot. NP 2015/657, il titolo edilizio è intervenuto ai sensi dell'art.7, comma 1, lett. c) del D.P.R. 380/2001;

3. di aggiudicare i lavori sopra descritti, per un importo a base di gara, da contabilizzare a misura, di Euro 72.292,24 di cui Euro 23.080,69 costo del personale non soggetto a ribasso oltre ad Euro 4.400,00 per oneri sicurezza ed Euro 8.600,00 per opere in economia, entrambi non soggetti a ribasso, il tutto oltre I.V.A 22%, mediante procedura negoziata ai sensi dell'art. 122, comma 7, D.Lgs 163/2006, senza previa pubblicazione di bando, con gara informale alla quale dovrà essere invitato un congruo numero di Imprese, alle condizioni e oneri di cui al Capitolato Speciale d'Appalto e Schema di Contratto e del Capitolato Generale approvato con D.M. LL.PP. 19 aprile 2000 n. 145, in quanto vigente e compatibile con le disposizioni di cui al D.P.R. 207/2010;

4. di esperire la suddetta procedura con il criterio, previsto dall'art. 82, comma 2, lett.a) del D.Lgs. 163/2006 del prezzo piu' basso, inferiore a quello posto a base di gara, determinato mediante ribasso sull'elenco prezzi posto a base di gara, e con il criterio, ex art. 122, comma 9, del D.Lgs. stesso, dell'esclusione automatica delle offerte che presentano una percentuale di ribasso pari o superiore alla soglia di anomalia individuata ai sensi dell'art. 86, comma 1, dello stesso D.Lgs 163/2006;

5. di procedere, a cura del Settore Ristrutturazioni e Risanamenti, all'espletamento delle procedure di gara e ai conseguenti successivi incombenti;

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

6. di approvare il nuovo quadro economico dell'intervento, come riportato nelle premesse, comportante una spesa complessiva di Euro 130.000,00, di cui Euro 13.956,80 gia' oggetto di incarico conferito all' ing. Cesare Gemme con D.D. N° 2014 -176.3.0/15 del 21/2/2014 ed Euro 1.159,00 gia' oggetto di affidamento alla Schindler S.p.a. con D.D. n. 2014/176.3.0/66 del 6/08/2014;

7. che la rimanente spesa di Euro 114.884,20 può trovare copertura finanziaria sui fondi reimputati a Bilancio 2015, al capitolo al cap 72654 c.d.c. 1150.8.05 "Scuola Primaria – Manutenzione Straordinaria" nel modo sottoindicato:

   -€ 82.360,00 - quota lavori **SIMPE 2015/284.1**

   -€ 21.696,53 - ulteriore quota lavori **SIMPE 2015/2243.1**

   -€ 6.204,20 - quota spese tecniche, imprevisti e allacci **SIMPE 2015/2244.1**

   -€ 40,61 - ulteriore quota spese tecniche imprevisti e allacci **SIMPE 2015/286.1**

   -€ 3.303,47 - ulteriore quota spese tecniche imprevisti e allacci **SIMPE 2015/2243.2**

   -€ 1.279,39 - quota incentivo **SIMPE 2015/286.2**

8. di dare atto che il presente provvedimento è stato redatto nel rispetto della normativa sulla tutela dei dati personali;

9. di dare atto che l'importo di Euro 114.884,20, è finanziato con il fondo pluriennale vincolato iscritto a Bilancio 2015.

Il Dirigente Responsabile
Dott. Ing. Roberto Innocentini

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

COMUNE DI GENOVA

ALLEGATO ALLA DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 2015-176.3.0.-27
AD OGGETTO
INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELL'ADEGUAMENTO ANTINCENDIO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO NAZARIO SAURO/FATA MORGANA, IN VIA MEDAGLIE D'ORO DI LUNGA NAVIGAZIONE 1 E 2, APPROVAZIONE PROGETTO ESECUTIVO. CUP B36E12001520004 CIG 6210303827 GULP 12395

Ai sensi e per gli effetti dell'articolo 183, comma 7, D.L.gs 267/2000 e s.s.m . si appone visto di regolarità contabile attestante la copertura finanziaria.

Il Dirigente Settore Contabilità
[Dott. Giovanni Librici]

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

COMUNE DI GENOVA

AREA LAVORI PUBBLICI E POLITICHE DELLA CASA

Oggetto: INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELL'ADEGUAMENTO ANTINCENDIO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO NAZARIO SAURO/FATA MORGANA, IN VIA MEDAGLIE D'ORO DI LUNGA NAVIGAZIONE 1 E 2.

VALIDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO

(ai sensi dell'art. 55 del D.P.R. n° 207 del 5/10/2010)

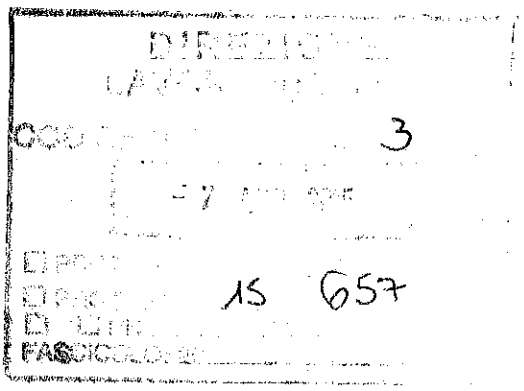
Il sottoscritto ing. Roberto Innocentini, in qualita' di Responsabile del Procedimento, viste le risultanze del proprio rapporto conclusivo di verifica redatto in data 14/2/2014, che non necessita di controdeduzioni del progettista, geom. Fiorenzo Deidda

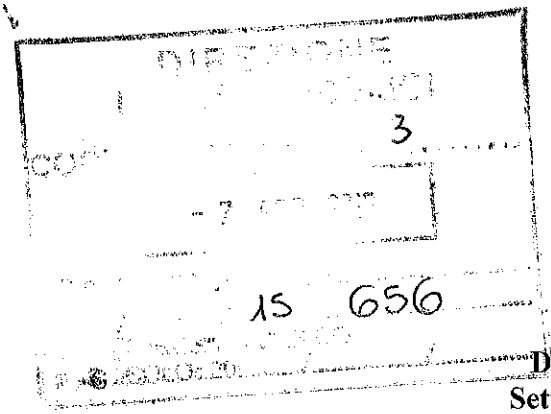
DICHIARA

conclusa con esito positivo la procedura di validazione del progetto esecutivo dei lavori in oggetto.

Genova, li 7.4.2015

Il Responsabile del Procedimento
(ing. Roberto Innocentini)





COMUNE DI GENOVA

AREA TECNICA
DIREZIONE LAVORI PUBBLICI
Settore Ristrutturazioni e Risanamenti

Oggetto: INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELL'ADEGUAMENTO ANTINCENDIO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO NAZARIO SAURO/FATA MORGANA, IN VIA MEDAGLIE D'ORO DI LUNGA NAVIGAZIONE 1 E 2.

VERBALE DI VERIFICA DEL PROGETTO ESECUTIVO

(ai sensi dell'art.45-52-53-54 comma 6 del D.P.R. n° 207 del 5/10/2010)

Il sottoscritto Responsabile del Procedimento, ing. Roberto Innocentini, in contradditorio con il coordinatore della progettazione delle opere in epigrafe geom. Fiorenzo Deidda, procedere a verificare la conformita' del progetto esecutivo alle specifiche disposizioni funzionali, prestazionali, normative e tecniche.

Il progetto e' costituito da:

- Tav. 1-E Ar Opere Edili –Piante Piani Terra e Primo
- Tav. 2-E Ar Opere Edili – Piante Piano Secondo
- Tav. 1-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Piante Piani Terra, Primo e Secondo
- Tav. 2-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare Quadro Elettrico Protezione Linea
- Tav. 3-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare Quadro Elettrico Generale
- Tav. 4-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare Quadro Elettrico Piani Primo
- Tav. 5-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare Quadro Elettrico Cucine
- Tav. 1-E Sp Adeguamento Impianti Speciali –Piante Piani Terra, Primo e Secondo
- Tav. 1-E Id Adeguamento Impianto Idranti – Piante Piani Terra, Primo e Secondo
- Tav. 2-E Id Adeguamento Impianto Idranti – Schema unifilare
- Tav. 3-E Id Adeguamento Impianto Idranti – Planimetria Generale
- Tav. RL-DSC-e Relazione Illustrativa
- Tav. RL-ID-e Relazione di calcolo impianto idranti
- Tav. RL-EI-e Relazione di calcolo impianti elettrici e speciali
- Tav. RL-QE-e Quadro economico
- Tav. RL-EP-e Elenco Prezzi Unitari indicante, per ogni singola lavorazione, la quota di costo del personale, non soggetta a ribasso;
- Tav. RL-AP-e Analisi nuovi prezzi
- Tav. RL-CM-e Computo metrico
- Tav. RL-CME-e Computo metrico estimativo
- Tav. RL-CMS-e Computo metrico oneri della sicurezza
- Tav. RL-CRP-e Cronoprogramma
- Tav. RL-PS-e Piano di sicurezza e coordinamento redatto in conformità alla vigente normativa
- Tav. RL-Fisic-e Fascicolo dell'opera
- Tav. RL-PM-e Piano di Manutenzione dell'opera

- Capitolato speciale d'appalto;
- Schema di Contratto;

Il progetto risulta redatto correttamente ed in particolare:

- I prezzi unitari sono desunti dai listini ufficiali vigenti;
- Sono state sviluppate le analisi prezzi per tutti i prezzi aggiuntivi;
- I prezzi unitari assunti a base del computo metrico estimativo sono coerenti con le analisi prezzi e i pezzi unitari assunti come riferimento;
- Gli elementi del computo metrico estimativo comprendono tutte le opere previste nella documentazione prestazionale e capitolare e corrispondono agli elaborati;
- I metodi di misura utilizzati sono standard;
- I totali sono corretti;
- Il computo metrico estimativo e lo schema di contratto individuano la categoria prevalente le categorie scorporabili e subappaltabili a scelta dell' affidatario, le categorie con obbligo di qualificazione e quelle di cui all' art. 37 comma 11 del codice;
- l' opera e' effettiva cantierabile;
- il quadro economico e' redatto in conformita' all' art. 16 del D.P.R. 207/2010
- sono state acquisite tutte le autorizzazioni necessarie

Si procede inoltre alla verifica de:

a) la corrispondenza dei nominativi dei progettisti a quelli titolari dell' affidamento e la sottoscrizione dei documenti per l' assunzione delle rispettive responsabilita';
b) la completezza della documentazione relativa agli intervenuti accertamenti di fattibilita' tecnica, amministrativa ed economica dell' intervento;
c) la completezza, adeguatezza e chiarezza degli elaborati progettuali, grafici, descrittivi e tecnico – economici, previsti dal regolamento approvato con il D.P.R. 207/2010;
d) l' esistenza delle relazioni di calcolo delle opere strutturali e la valutazione dell' idoneita' dei criteri adottati;
e) l' esistenza dei computi metrico – estimativi e la verifica della corrispondenza agli elaborati grafici, descrittivi ed alle prestazioni capitolari;
f) la rispondenza delle scelte progettuali alle esigenze di manutenzione e gestione;
g) l' esistenza delle dichiarazioni in merito al rispetto delle prescrizioni normative, tecniche e legislative comunque applicabili al progetto;
h)l' acquisizione di tutte le approvazioni di legge, necessarie ad assicurare l' immediata cantierabilita' del progetto;
i) il coordinamento tra le prescrizioni del progetto e le clausole dello schema di contratto e del capitolato speciale di appalto nonche' la verifica della rispondenza di queste ai canoni della legalita'.
Genova,.....

Letto approvato e sottoscritto

Il Coordinatore della Progettazione
(Geom. Fiorenzo Deidda)

Il Responsabile del Procedimento
(ing. Roberto Innocentini)

Capitolo 2
ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE

Art. 1. Accettazione

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale della migliore qualità, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.
L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il dire lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in ca che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti a contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri ido spese.
Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la s appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.
Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltator fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di e del certificato di regolare esecuzione.

Art. 2. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o compon caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazi accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi, e la loro contabilizzazione deve essere redatta materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali.

Art. 3. Impiego di materiali o componenti di minor pregio

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore d l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere un'adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabi pregiudizio, e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Art. 4. Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo

4.1 Materiali riciclati

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203 affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annu manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore del fabbisogno medesimo.

4.2 Riutilizzo della terra di scavo

In applicazione dell'art. 185, comma 1, lett. c-bis) del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, il suolo non co e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia cer materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato sca deve essere considerato rifiuto.

4.3 Terre e rocce da scavo

Fatte salve le prescrizioni del punto precedente, le terre e le rocce da scavo, anche di gallerie, ott
sottoprodotti, possono essere utilizzate per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, purché:
- siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e defi
- sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di p
trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità am
idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti an
qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti e autorizzati per il
sono destinate ad essere utilizzate;
- sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sens
V della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006;
- le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito presce
determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate, e avvenga nel risp
norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e d
naturali protette. In particolare, deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contan
riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con
destinazione;
- la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata.

L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei material
è consentito nel rispetto delle seguenti condizioni:
- siano originati da un processo non direttamente destinato alla loro produzione;
- il loro impiego sia certo (sin dalla fase della produzione), integrale, e avvenga direttamente nel
processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito;
- soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego
luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli a
per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
- non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per so
requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto precedente, ma posseggano tali req
dalla fase della produzione;
- abbiano un valore economico di mercato.

Ove la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere c
sottoposte a valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione ambientale integrata, la suss
requisiti precedentemente previsti dal presente articolo, nonché i tempi dell'eventuale deposito in
utilizzo, che non possono superare di norma un anno, devono risultare da un apposito progetto a
dall'autorità titolare del relativo procedimento.

Le terre e le rocce da scavo, qualora non utilizzate nel rispetto delle condizioni di cui al presente
sono sottoposte alle disposizioni in materia di rifiuti di cui alla Parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006.

La caratterizzazione dei siti contaminati e di quelli sottoposti ad interventi di bonifica deve essere
secondo le modalità previste dal Titolo V, Parte quarta, del D.Lgs. n. 152/2006. L'accertamento che
le rocce da scavo non provengano da tali siti deve essere svolto a cura e spese del produttore e ac
autorità competenti nell'ambito delle procedure previste dall'art. 183 del D.Lgs. n. 152/2006.

Art. 5. Norme di riferimento e marcatura CE

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da cost
89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qua
materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitu

essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.
I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle pre contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche dalle leggi e dai regolamenti e dalle norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presen capitolato speciale d'appalto.
In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalt diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterr convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idonei rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

Art. 6. Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il lu prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.
Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitur d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi dist qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

Art. 7. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lav prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.
Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo co del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento.
Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore n cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazi responsabile del procedimento.

Art. 8. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente prev presente capitolato speciale d'appalto, devono essere disposti dalla direzione dei lavori, imputando carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appa stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio u prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.
La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente c speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti lavorazioni. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.
Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione de norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Art. 9. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescriz
legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a su
di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati a terzi.

Capitolo 3
MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Art. 10. Materiali e prodotti per uso strutturale

10.1 Identificazione, certificazione e accettazione

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle nuove norme tecniche per le co
emanate con D.M. 14 gennaio 2008, devono essere:
- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi co
elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per mi
caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ov
autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richia
presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e
le prove sperimentali di accettazione previste dalle nuove norme tecniche per le costruzioni per m
caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

10.2 Procedure e prove sperimentali d'accettazione

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccan
materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D
380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazi
qualificazione, che per ciò che riguarda quelle di accettazione.
I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico
del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21
aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le nuove norme tecniche, la relativa attest
conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori.
Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal servizio
centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che devono essere almeno equivalenti
delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle nuove norme tecni
Il richiamo alle specifiche tecniche europee, internazionali, UNI, ovvero nazionali deve intendersi
riferito all'ultima versione aggiornata, salvo come diversamente specificato.
Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in
nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle nuove norme tecniche approvate da
gennaio 2008, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, c
insiemi statistici significativi.

10.3 Procedure di controllo di produzione in fabbrica

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle nuove norme tecniche approvate
14 gennaio 2008, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per
di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione effettuato dal fabbrica
Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistemati
essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

Art. 11. Componenti del calcestruzzo

11.1 Leganti per opere strutturali

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizion
in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad un

armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico benestare tecnico europeo, purché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla le maggio 1965, n. 595.
È escluso l'impiego di cementi alluminosi.
L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcest sbarramenti di ritenuta.
Per la realizzazione di dighe e altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idr devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma armonizzata UNI EN 14216 in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un organismo certificazione europeo notificato.
Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifi aggressive.

11.1.1 Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazi l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiut direzione dei lavori, e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la pro la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laborator L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consen conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

11.1.2 Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:
- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificaz
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo a

Tabella 15.1 - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione [N/mm²]				Tempo inizio presa [min]	Espansione [mm]
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30	-				

Tabella 15.2 - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti[1]
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO_3)	EN 196-2	CEM I CEM II[2] CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III[3]	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi[4]	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

[1] I requisiti sono espressi come percentuale in massa.
[2] Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland compositi con un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T, che può contenere, fino al 4 per tutte le classi di resistenza.
[3] Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO_3.
[4] Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri, ma, in tal caso, si dovrà dichiarare il contenut cloruri.

Tabella 15.3 - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza [N/mm²][2]	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa – Limite inferiore [min]		45			40		
Stabilità [mm] – Limite superiore		11					
Contenuto di SO_3 (%) Limite superiore	Tipo I Tipo II[1] Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore[2]		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

[1] Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO_3 per tutte le classi di resistenza.
[2] Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

11.1.3 Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:
UNI EN 196-1 *Metodi di prova dei cementi. Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche* ;
UNI EN 196-2 *Metodi di prova dei cementi. Parte 2: Analisi chimica dei cementi* ;
UNI EN 196-3 *Metodi di prova dei cementi. Parte 3: Determinazione del tempo di presa e della stabilità* ;
UNI ENV SPERIMENTALE 196-4 *Metodi di prova dei cementi. Parte 4: Determinazione quantitativa dei costituenti* ;
UNI EN 196-5 *Metodi di prova dei cementi. Parte 5: Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici* ;
UNI EN 196-6 *Metodi di prova dei cementi. Parte 6: Determinazione della finezza* ;
UNI EN 196-7 *Metodi di prova dei cementi. Parte 7: Metodi di prelievo e di campionatura del cemento* ;

UNI EN 196-8 *Metodi di prova dei cement. Parte 8: Calore d'idratazione. Metodo per soluzione* ;
UNI EN 196-9 *Metodi di prova dei cementi. Parte 9: Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico* ;
UNI EN 196-10 *Metodi di prova dei cementi. Parte 10: Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento* ;
UNI EN 196-21 *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento* ;
UNI EN 197-1 *Cemento. Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni* ;
UNI EN 197-2 *Cemento. Valutazione della conformità* ;
UNI EN 197-4 *Cemento. Parte 4: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale* ;
UNI 10397 *Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata*;
UNI EN 413-1 *Cemento da muratura. Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità* ;
UNI EN 413-2 *Cemento da muratura. Metodi di prova* ;
UNI EN 413-2 *Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova* .
UNI 9606 *Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione* .

11.2 Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavora
materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma eu
armonizzata UNI EN 12620, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1
È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella
condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga prelimina
qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di co
produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'allegato ZA della stessa norma europea armonizzata
UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato pro
comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 15.4 - Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤C30/37	≤30%
	≤C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe)	≤C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-
fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono ri
in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (mecca
durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli
di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella 15.4
Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili
sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del cong
o alla conservazione delle armature.
La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometr
carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, e devono essere lavati con acqua dolce qualo
necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, n contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

11.2.1 Sistema di attestazione della conformità

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è tabella 15.5.
Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensivo della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Tabella 15.5 - Sistema di attestazione della conformità degli aggregati

Specifica tecnica europea armonizzata di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+

11.2.2 Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nella tabella 15.6.
La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un org
notificato.

Tabella 15.6 - Aggregati che devono riportare la marcatura CE

Impiego aggregato	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	UNI EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	UNI EN 13043
Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione	UNI EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1	UNI EN 13383-1
Aggregati per malte	UNI EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	UNI EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	UNI EN 13450

11.2.3 Controlli d'accettazione

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle
norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla
determinazione delle caratteristiche riportate nella tabella 15.7, insieme ai relativi metodi di prova.
I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme europee armonizzate citate, in re
ciascuna caratteristica.

Tabella 15.7 - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq 60/60$)	UNI EN 1097-2

11.2.4 Sabbia

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle m
calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose, e avere d
massima dei grani di 2 mm per murature in genere, e di 1 mm per gli intonaci e murature di paran
pietra da taglio.
La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resis
provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lascia
di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impi
necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

11.2.4.1 Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenie materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, e dei sistemi di coltivazione e di frantur prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei dell'impiego.
Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risulti certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di so nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.
Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di i diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di preleva deve alterare le caratteristiche del materiale, e in particolare la variazione della sua compo granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulome peso specifico reale.

Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcest direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, può fare riferimento anche alle norme:
UNI 8520-1 *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche* ;
UNI 8520-2 *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti* ;
UNI 8520-7 *Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332*;
UNI 8520-8 *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili*;
UNI 8520-13 *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini* ;
UNI 8520-16 *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);*
UNI 8520-17 *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi*;
UNI 8520-20 *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi*;
UNI 8520-21 *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note*;
UNI 8520-22 *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali*;
UNI EN 1367-2 *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio* ;
UNI EN 1367-4 *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento* ;
UNI EN 12620 *Aggregati per calcestruzzo* ;
UNI EN 1744-1 *Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica* ;
UNI EN 13139 *Aggregati per malta.*

11.2.5 Norme di riferimento per gli aggregati leggeri

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli imp calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, potrà farà riferimen alle seguenti norme:
UNI EN 13055-1 *Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione* ;

UNI EN 13055-2 *Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati*;
UNI 11013 - *Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*

11.3 Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppa d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.
Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.
I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore all'85% del peso totale.

11.3.1 Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per c e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano dann ritardare la presa e l'indurimento del cemento.
Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450
Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.
Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verif l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 450-1 *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità*;
UNI EN 450-2 *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità*;
UNI EN 451-1 *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;*
UNI EN 451-2 *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante stacciatura umida*.

11.3.2 Microsilice

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO_2 con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice r di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.
La silica fume può essere fornita allo stato naturale, oppure può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto 50% in massa.
Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costan caratteristiche granulometriche e fisicochimiche.
Il dosaggio della silica fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.
Taleaggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.
Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verif
l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggior
0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silica fume.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8981-8 *Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice*;
UNI EN 13263-1 *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità* ;
UNI EN 13263-2 *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità* .

11.4 Additivi

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperim
dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.
Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:
- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma Europea UNI EN 934-2
L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni per
aggressività.
Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:
- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà proced
determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle m
conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il p
conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.
Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabi
calcestruzzo fresco.
Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o a
l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

11.4.1 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida
portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.
Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come in
fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori posson
incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente dilu
dell'uso.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 de
gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la mis
resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.
In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

11.4.2 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e pre
approvazione da parte della direzione dei lavori, per:
- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro c
monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 de
gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la mis
resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.
Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28
presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.
In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

11.4.3 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo fredd
autorizzazione della direzione dei lavori.
Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come ind
fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superi
alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso dovrà essere opportunamente m
fine di favorire la solubilità a basse temperature.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 de
gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la mis
resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.
Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 2
presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

11.4.4 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo cos
rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei l
L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo.
in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad
superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sper
fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.
Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per al
minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazi
prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.
Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come in
fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superio
rispetto al peso del cemento.
In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con ri
alla norma UNI 8020;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 de
gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

11.4.5 Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e
previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra
lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:
- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 de
gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;
- prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.
Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite
stagionatura.

11.4.5.1 Norme di riferimento

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà c
l'esecuzione delle seguenti prove:
UNI 7110 – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce*;
UNI 10765 – *Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità*.
UNI EN 480 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo* ;
UNI EN 480-5 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare* ;
UNI EN 480-6 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso* ;
UNI EN 480-8 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale* ;
UNI EN 480-10 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua* ;
UNI EN 480-11 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito* ;
UNI EN 480-12 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi* ;
UNI EN 480-13 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta* ;
UNI EN 480-14 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica* ;
UNI EN 934-1 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1: Requisiti comuni* ;
UNI EN 934-2 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura* ;
UNI EN 934-3 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malte per opere murarie. Parte 3: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura* ;

UNI EN 934-4 *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Parte 4: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura* ;
UNI EN 934-5 *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura* ;
UNI EN 934-6 *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità* .

11.5 Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plas
indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere comp
7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 de
gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la mis
resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.
Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite
stagionatura.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8146 – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo* ;
UNI 8147 – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo* ;
UNI 8148 – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo* ;
UNI 8149 – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica* .

11.6 Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme UNI comprese tra UNI 8656 e UNI
8660. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lav
documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve
che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, cor
di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8656 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti* ;
UNI 8657 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d acqua* ;
UNI 8658 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento* ;
UNI 8659 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco* ;
UNI 8660 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo* .

11.7 Prodotti disarmanti

Come disarmanti per le strutture in cemento armato è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.
Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866 (parti 1 e 2), per i quali
sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio i
specie se a faccia vista.

11.8 Acqua di impasto

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particol solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.
L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà esser con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chmico-fisiche al contatto con altri com l'impasto.
È vietato l'impiego di acqua di mare.
L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008 come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.
A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri com d'impasto.

Tabella 15.8 - Acqua di impasto

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati		SO_4 minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri		Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico		minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali		minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche		minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solide sospese		minore 2000 mg/litro

11.9 Classi di resistenza del conglomerato cementizio

11.9.1 Classi di resistenza

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104.
Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza della tabella 1

Tabella 15.9 - Classi di resistenza

Classi di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella tabe
fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.
Per classi di resistenza superiore a C70/85 si rinvia al paragrafo 15.9.2 di questo capitolato.
Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze me
fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accerta
dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva, e la produzione deve seguire s
procedure per il controllo di qualità.

Tabella 15.10 - Impiego delle diverse classi di resistenza

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precompresse	C28/35

11.9.2 Costruzioni di altri materiali

I materiali non tradizionali o non trattati nelle norme tecniche per le costruzioni potranno essere util
la realizzazione di elementi strutturali o opere, previa autorizzazione del servizio tecnico centrale
del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale
specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal servizio tecnico centrale
Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, cal
fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti nel paragrafo 4.2 delle norme tecniche per le cos
leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calces
collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collabo
materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di arma
cemento armato.

Art. 12. Acciaio per cemento armato

12.1 Le forme di controllo obbligatorie

Le nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obb
(paragrafo 11.3.1):
- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante app
di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un l
produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di fo
e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze
omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prod
valori delle grandezze nominali omogenee.

12.2 La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per le caratteristiche
qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.
Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale, e deve consentire
inequivocabile, di risalire:
- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per *stabilimento* si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il pr
finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione de
ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.
Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti p
produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono
sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui ci
laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigil
fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le
rotoli.
Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi d
caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di pro
uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produt
marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.
Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore deve marcare ogni singolo
pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica del prodotto, la marcatura deve essere tale che,
prima dell'apertura dell'eventuale ultima piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.),
prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla
produzione.
Tenendo presente che gli elemeti determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel t
l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella
documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali
modifiche apportate.
I prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:
- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del pr
attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Nella tabella 16.1 si riportano i numeri di identificazione del paese di origine del produttore del previsti dalla norma UNI EN 10080[1] caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia hanno quattro nervature consecutive.

[1] Nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea n. L343 dell'8 dicembre 2006 è stata pubblicata la decisio Commissione delle Comunità Europee del 5 dicembre 2006 relativa alla cancellazione del riferimento alla n 10080:2005 "Acciaio per cemento armato - Acciaio saldabile - Generalità" conformemente alla direttiva 89/ del Consiglio.

Tabella 16.1 - Numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previst
norma UNI EN 10080

Paese produttore	Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marcatura e la nervatura rinforzata successiva
Austria, Germania	1
Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi, Svizzera	2
Francia	3
Italia	4
Irlanda, Islanda, Regno Unito	5
Danimarca, Finlandia, Norvegia, Svezia	6
Portogallo, Spagna	7
Grecia	8
Altri	9

IDENTIFICAZIONE DEL PRODUTTORE

Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati de
che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identifica
paese produttore e dello stabilimento.

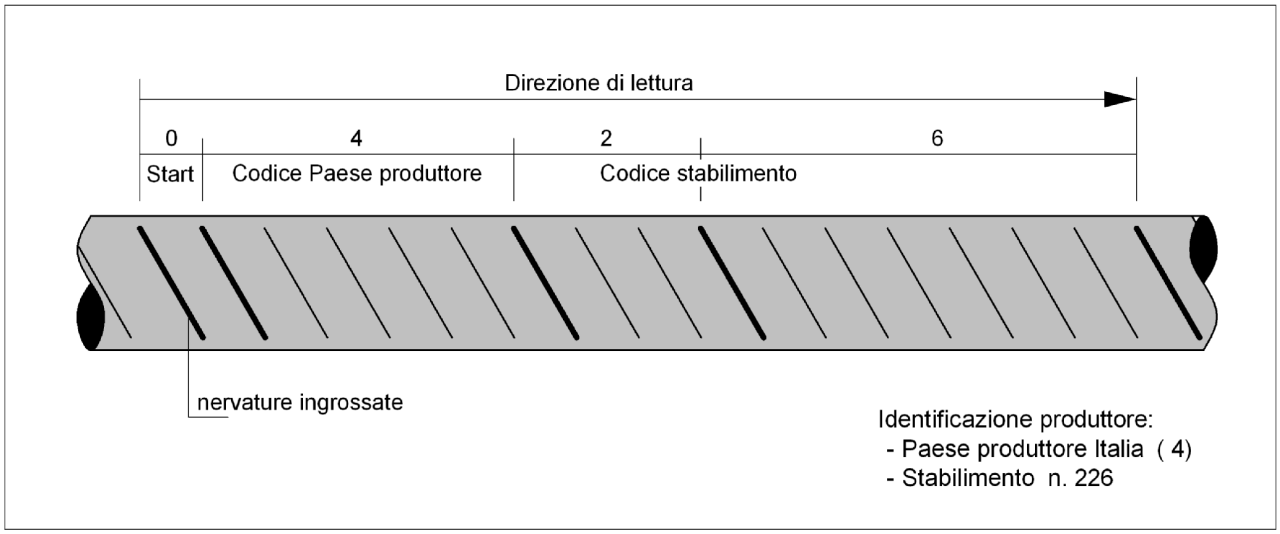


Figura 16.1 - Identificazione del produttore

IDENTIFICAZIONE DELLA CLASSE TECNICA

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della
(start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio
essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i numeri di 2 cifre.
riporta un acciaio di classe tecnica n. 226.

La figura 16.2 di

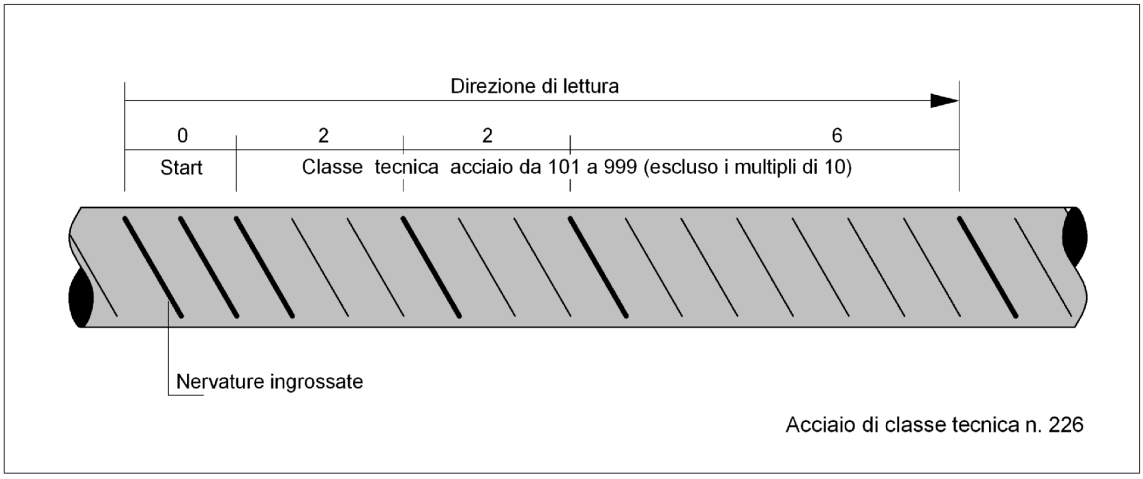


Figura 16.2 - Identificazione della classe tecnica

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le cert emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche costruzioni, e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

12.2.1Il caso della unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o trasformatori intermedi, l'unità marcata (pacco o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i comme trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del mater estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.
In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

12.2.2Conservazione della documentazione d'accompagnamento

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiv della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per alme anni, e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintraccia prodotto.

12.2.3 Indicazione dei marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del labo incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.
Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rie quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.
Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il mate può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontana cantiere del materiale non conforme.

12.2.4 Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accom
dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).
L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportar
riferimento al documento di trasporto.
Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da
copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasp
commerciante o trasformatore intermedio.
Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le
eventuali forniture non conformi.

12.2.5 Centri di trasformazione

Le nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono *centro di trasformazione*, nell'ambito degli acciai
per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che r
produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e c
elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, eleme
e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la mes
o per successive lavorazioni.
Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecnich
costruzioni.

12.2.5.1 Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accomp
dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.
Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano
elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche
documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

12.2.5.2 Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompa
idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione ste
particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati dev
accompagnata:
- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiara
attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazio
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttor
del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qu
direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati rela
prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.
Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali fornit
conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di
dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli e
centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

12.3 I tipi d'acciaio per cemento armato

Le nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nerva
idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme tecniche, con le modalità
previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.
I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella 16.2.

Tabella 16.2 - Tipi di acciai per cemento armato

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce) FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450C (6 ⌀ ≤ 50 mm) B450A (5 ⌀ ≤ 12 mm)

12.3.1L'acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nomin
tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y\,nom}$: 450 N/mm^2
- $f_{t\,nom}$: 540 N/mm^2

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.3.

Tabella 16.3 - Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

Caratteristiche	Requisiti	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\,nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\,nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,15 ≤1,35	10,0
$(f_y/f_{y\,nom})_k$	≤1,25	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥7,5%	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	-	-
ϕ < 12 mm	4 ϕ	-
12 ≤ ϕ ≤ 16 mm	5 ϕ	-
per 16 < ϕ ≤ 25 mm	8 ϕ	-
per 25 < ϕ ≤50 mm	10 ϕ	-

12.3.2L'acciaio per cemento armato B450A

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nomin
tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.4.

Tabella 16.4 - Acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A

Caratteristiche	Requisiti	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\,nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\,nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,05	10,0
$(f_y/f_{y\,nom})_k$	≤1,25	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥2,5%	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: ϕ < 10 mm	4 ϕ	-

12.3.3L'accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguen
(paragrafo 11.3.2.3 nuove norme tecniche):

UNI EN ISO 15630–1 *Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato* ;

UNI EN ISO 15630–2 *Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate*.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10°C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.
In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire f_y con $f_{y(0,2)}$.

La prova di piegamento

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di 20 ± 5°C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a 100 ± 10°C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

La prova di trazione

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.
La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione, sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).
Riguardo alla determinazione di A_{gt}, allungamento percentuale totale alla forza massima F_m, di trazione bisogna considerare che:
- se A_{gt} è misurato usando un estensimetro, A_{gt} deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se A_{gt} è determinato con il metodo manuale, A_{gt} deve essere calcolato con la seguente formula:

$$A_{gt} = A_g + R_m / 2000$$

dove
- A_g è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico F_m massimo
- R_m è la resistenza a trazione (N/mm^2).

La misura di L_g deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza L_2 di almeno 50 mm o d (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza L_1 fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a L_c (il più grande dei due).
La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

12.4 Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3 delle norme tecniche).
Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente collocabili in opera.
Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie con profilo di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad assicurare l'aderenza al conglomerato cementizio.
La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.
La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo di CE della marcatura.
Le barre sono caratterizzate dal diametro d della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm^3.
I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle 16.6.

Tabella 16.5 - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in barre

Acciaio in barre	Diametro ϕ [mm]
B450C	$6 \leq \phi \leq 40$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

Tabella 16.6 - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in rotoli

Acciaio in rotoli	Diametro ϕ [mm]
B450C	$6 \leq \phi \leq 16$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

12.4.1La sagomatura e l'impiego

Le nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono (paragrafo 11.3.2.4 nuove norme tecniche):
- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per *cantiere* si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della qual costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei m secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.
Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono a esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle nuove norme te

12.4.2Le reti e i tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre n superare i 330 mm.
I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.
Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro ϕ, come riportato nella tabella 16.7.

Tabella 16.7 - Diametro ϕ degli elementi base per le reti e i tralicci in acciaio B450C e B450A

Acciaio tipo	Diametro ϕ degli elementi base
B450C	6 mm $\leq \phi \leq$ 16 mm
B450A	5 mm $\leq \phi \leq$ 10 mm

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i traliccio deve essere: $\phi_{min}/\phi_{max} \geq 0,6$.
I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro m sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm^2. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualifica seguito riportate.
In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteri caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio oppure B450C saldabili.
La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base pro stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro sta
Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati qu produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche me finali richieste dalla norma.
In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

La marchiatura di identificazione

Ogni pannello o traliccio deve essere, inoltre, dotato di apposita marchiatura che identifichi il pr
della rete o del traliccio stesso.
La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche i
con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da mar
supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permane
dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.
Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura se
modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'a
etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del pro
questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve ve
presenza della predetta etichettatura.
Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in st
del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'e
base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

12.5 La saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito,
deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella 16.8, dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq}
effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tabella 16.8 - Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)

Elemento	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C_{eq} dello 0,03% in massa, a patto che il valore di C venga ridotto
dello 0,02% in massa.
Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi ch
l'azoto stesso.

12.6 Le tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve risp
tolleranze riportate nella tabella 16.9.

Tabella 16.9 - Deviazione ammissibile per la massa nominale

Diametro nominale [mm]	$5 \leq \phi \leq 8$	$8 < \phi \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	±6	±4,5

12.7 Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli

12.7.1 I controlli sistematici

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se p dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di ma differenziata.

12.7.2 Le prove di qualificazione

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilim produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzion ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, ne della gamma prodotta.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle te snervamento e rottura (f_y, f_t), l'allungamento (ε_{gt}), ed effettuate le prove di piegamento.

12.7.3 Le prove periodiche di verifica della qualità

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad interv superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di u diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e proven stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio uffici effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadra ottenuti vengono, quindi, utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostit precedenti (ponendo $n = 25$).

Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il labo incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazi dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilit acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizi qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi d colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nerva dentellatura.

Tabella 16.10 - Verifica di qualità per uno dei gruppi di diametri

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	Stessa colata

Tabella 16.11 - Verifica di qualità non per gruppi di diametri

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza

≤ 1 mese	15 saggi prelevati da 3 diverse colate: - 5 saggi per colata o lotto di produzione indipendentemente dal diametro	Stessa colata o lotto di produzione

12.7.4 La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella 16.9 devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.
Qualora la tolleranza sulla sezione superi il ± 2%, il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

12.7.5 La facoltatività dei controlli su singole colate o lotti di produzione

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.
I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri essi ricavato, di un numero n di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicci elettrosaldati.
Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali n è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

12.7.6 I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:
- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.
Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, purché il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale dallo stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.
I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.
In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica della relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma UNI EN ISO 15630-1.
Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.
Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.
Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo in apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

12.7.7 I controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascuna spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa
del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minim
nella tabella 16.12. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che
intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.
Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dal
consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata
conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre p
prodotti diversi nel lotto consegnato.
Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere e
attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato
durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà pr
ulteriore (singolo) provino.
Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione,
consegnato deve essere considerato conforme.
Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da
diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'e
delle prove presso un laboratorio ufficiale.
Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è mag
valore caratteristico, e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo,
quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato a
tecnico centrale.

Tabella 16.12 - Valori di resistenza e di allungamento accettabili

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm²	(450 – 25) N/mm²
f_y massimo	572 N/mm²	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm²
A_{gt} minimo	≥6,0%	per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	1,13 ≤ f_t/f_y ≤ 1,37	per acciai B450C
Rottura/snervamento	f_t/f_y ≥ 1,03	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

12.7.8Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavor
tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campi
per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un centro di trasformazione, il
dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in p
tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasfo
ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni dev
effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore d
Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati pe
al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la
richiesta di prove.
La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore de
deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.
In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le cert
emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche, e di ciò deve
esplicita menzione sul certificato stesso.

Art. 13. Acciaio per cemento armato precompresso

13.1 Generalità

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure previste dalle norme per le costruzioni

13.2 Le caratteristiche dimensionali

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito secondo le forme indicate
- filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
- barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma rettilinea;
- treccia: due o tre fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale. Il passo e il avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;
- trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme, e vengono individuati mediante il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precompresse ad armature pretese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, o con risalti, e vengono individuate m diametro nominale.

I prodotti devono essere dotati di marcatura generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle l

Le forniture devono essere accompagnate dalla prescritta documentazione.

Gli acciai per armature da precompressione possono essere forniti in:
- rotoli (fili, trecce, trefoli);
- bobine (trefoli);
- fasci (barre).

I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, svolgati anche su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm. Il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte, deve essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

All'atto della posa in opera, gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

13.3 I controlli

Le nuove norme tecniche per l'acciaio per cemento armato precompresso prevedono tre forme di obbligatorie:
- controlli in stabilimento;
- controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi;
- accettazione in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione (massimo 120 t).

I controlli eseguiti negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei riferiscono a forniture (massimo 90 t).

L'accettazione eseguita in cantiere si riferisce a lotti di spedizione (massimo 30 t).

A tale riguardo si definiscono:
- lotti di produzione;
- forniture;

- lotti di spedizione.

I lotti di produzione si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizio contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito, della bobina di trefolo e del fascio di barre). di produzione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Le forniture sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali om (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I lotti di spedizione, infine, sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti d aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I controlli in cantiere possono essere omessi quando il prodotto utilizzato proviene da uno stabilimento di prefabbricazione o da un luogo di formazione dei cavi nel quale sono stati effe controlli di cui al punto precedente.

In quest'ultimo caso, la fornitura del materiale deve essere accompagnata da idonea docume attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra con l'indicazione del cantiere di destinazione.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli e controlli ritenuti opportuni.

13.4 Le prescrizioni comuni. Le modalità di prelievo

I saggi sugli acciai da cemento armato precompresso destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina da cui provengono, di
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato del prelievo in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

13.5 I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del diretto dello stabilimento. I controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Effettuato un prelievo di tre saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato massimo, e appartenenti ad una stessa categoria, si determinano, mediante prove eseguite laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori minimi di $f_{pt}, f_{py}, f_{p(1)}, f_{p(0,1)}$.

I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno c minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore. Nel cas anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno esegu supplementari soggette a valutazioni statistiche, come di seguito indicato.

Il campione da sottoporre a prove supplementari è costituito da almeno dieci saggi prelevati da rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a dieci, rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre vengono prel saggi da due barre diverse dello stesso fascio.

Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto e il rotolo, la bobina o il fa provenienza.

Effettuato il prelievo supplementare si determinano, mediante prove effettuate presso un la ufficiale, i corrispondenti valori medi g_{mn} e delle deviazioni standard s_n di $f_{pt}, f_{py}, f_{p(1)}, f_{p(0,1)}$.

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:

- per le tensioni di rottura f_{pt}:

$$g_{mn} \geq 1{,}03 f_{ptk}$$
$$s_n \leq 0{,}05 f_{ptk}$$

- per le grandezze $f_{py}, f_{p(1)}, f_{p(0,1)}$:

$$g_{mn} \geq 1{,}04 f_{(\cdot)k}$$

$s_n \leq 0{,}07(f_{pyk}, f_{p(1)}, f_{p(0,1)})$

- i valori del modulo di elasticità longitudinale E_p siano conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del ±5%.

Se tali disuguaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni riguardanti le pro tolleranze, si ripeteranno le prove su altri dieci saggi, previo avviso al produttore.
L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al pro che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.
In tal caso, il direttore tecnico del centro di trasformazione deve comunicare il risultato anoma laboratorio incaricato del controllo che al servizio tecnico centrale.
Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore tecnico del centro di trasformazione assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al la incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratori, è fatta eccezione per il marchio di qualif normalmente non presente sugli acciai da cemento armato precompresso, per il quale si pc riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati del richiedente.
Il direttore tecnico del centro di trasformazione deve curare la registrazione di tutti i risultati delle controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano t
Tutte le forniture provenienti da un centro di trasformazione devono essere accompagnat documentazione prevista.

13.6 I controlli di accettazione in cantiere e gli obblighi del direttore dei lavori

I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori, e devono essere eseguiti s medesime indicazioni di cui al precedente paragrafo, con l'avvertenza che il prelievo preliminare saggi deve essere effettuato per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.
Qualora la fornitura di cavi preformati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei esaminata preliminarmente la documentazione attestante il possesso di tutti i requisiti previsti da norme tecniche, che il suddetto centro di trasformazione è tenuto a trasmettergli, può recarsi medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli previsti. In tal prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione s disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente que prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.
Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati le medesime disposizioni di cui al precedente paragrafo.

Art. 14. Acciaio per strutture metalliche

14.1 Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai con norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, ove si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pu sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.
Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, e in favore di sicurezza, per i valori delle

caratteristiche di snervamento $f_{y,k}$ e di rottura $f_{t,k}$ – da utilizzare nei calcoli – si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$, riportati nelle relative norme di prodotto.
Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, ovvero non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione modalità e le procedure indicate nelle norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente opt marcatura CE. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria.
Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la pos pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prov rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1 e UNI EN 10045-1.
Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, sono riportati nelle tabelle 18.1 e 18.2.

Tabella 18.1 - Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 18.2 - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	-	-
S 275 H	275	430	-	-
S 355 H	355	510	-	-
S 275 NH/NLH	275	370	-	-
S 355 NH/NLH	355	470	-	-
S 275 MH/MLH	275	360	-	-
S 355 MH/MLH	355	470	-	-

S 420 MH/MLH	420	500	-	-
S460 MH/MLH	460	530	-	-

14.2 L'acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293
Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica pr
gli acciai laminati di resistenza similare.

14.3 L'acciaio per strutture saldate

14.3.1 La composizione chimica degli acciai

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizion
conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle nuove
tecniche.

14.3.2 Il processo di saldatura. La qualificazione dei saldatori

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati seco
norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adegu
documentazione teorica e sperimentale.
I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma
287-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto dalla norma UNI EN 287-1, i saldatori che
eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potrann
qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.
Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma
1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1
Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.
Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante solleva
saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta), si applica la norma UNI EN ISO 14555
Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.
Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite d
terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di co
e di indipendenza.
Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zon
alterata non inferiori a quelle del materiale base.
Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme UNI EN 1011 (parti 1 e 2) per
gli acciai ferritici, UNI EN 1011 (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi
applicherà, salvo casi particolari, la UNI EN ISO 9692-1
Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve adottare procedure
requisiti.
In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dev
certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale d
coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di con
validità. Tali requisiti sono riassunti nella tabella 18.3.
La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assen
prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tabella 18.3 - Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
Riferimento	A	B	C	D
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30 mm S275, s ≤ 30 mm	S355, s ≤ 30 mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30 mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati[1]
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio UNI EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719	Di base	Specifico	Completo	Completo

[1] Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.

14.4 I bulloni e i chiodi

14.4.1 I bulloni

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente pre
composti dalle seguenti parti:
- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono rondelle elastiche oppure dei controdadi.
I bulloni – conformi per le caratteristiche dimensionali alla norma UNI EN ISO 4016 e UNI 5592 – devono appartenere alle sottoindicate classi della norma UNI EN ISO 898-1, associate nel modo indicato nelle tabelle 18.4 e 18.5.

Tabella 18.4 - Classi di appartenenza di viti e dadi

-	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella 18.4 sono riportate nella tabella 18.5.

Tabella 18.5 - Tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm^2)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm^2)	400	500	600	800	1000

14.4.2 I bulloni per giunzioni ad attrito
I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.6 (viti e devono essere associati come indicato nelle tabelle 18.4 e 18.5.

Tabella 18.6 - Bulloni per giunzioni ad attrito

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8-10.9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN 14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo UNI EN 20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI EN 14399 (parti 5 e 6)
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i re cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 e recare la relativa marcatura CE, in accordo con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificat dal D.P.R. n. 499/1997.

14.4.3 I chiodi
Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI 7356.
Le unioni con i chiodi sono rare perché di difficile esecuzione (foratura del pezzo, montaggio di provvisori, riscaldamento dei chiodi e successivo alloggiamento e ribaditura), a differenza delle u bulloni più facili e veloci da eseguire. Tuttavia, non è escluso che le chiodature possano essere imp particolari condizioni, come ad esempio negli interventi di restauro di strutture metalliche del passa

14.4.4 I connettori a piolo
Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazio stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:
- allungamento percentuale a rottura (valutato su base $L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$, dove S_0 è l'area della sezione trasversale

del saggio) ≥ 12;
- rapporto $f_t/f_y \geq 1,2$.
Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza
d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le lim
seguenti: C ≤ 0,18%, Mn ≤ 0,9%, S ≤ 0,04%, P ≤ 0,05%.

14.5 L'impiego di acciai inossidabili

Nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN
10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, e in favor
sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} – da utilizzare nei calcoli
– si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto, ed è consentito
l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.
In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non
permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al con
centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

14.6 Le specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni, deve essere conforme ai requisiti ripo
norme sulle costruzioni in acciaio.
Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole addizionali:
- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura f_{tk} (nominale) e la
tensione di snervamento f_{yk} (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, mis
su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima f_{ymax} che deve risultare $f_{ymax} \leq 1,2 f_{yk}$;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9

14.7 Le procedure di controllo su acciai da carpenteria

14.7.1 I controlli in stabilimento di produzione

14.7.1.1 La suddivisione dei prodotti

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.
Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merce
per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme
armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1.
Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano g
per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.
Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua
profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate
produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaud
definita dalle norme europee armonizzate UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 in base al numero dei pezzi.

14.7.1.2 Le prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione, con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali
disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per cui è invece
prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, è fatto
caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volonta
optato per la marcatura CE, il produttore deve predisporre una idonea documentazione sulle caratteris
chimiche, ove pertinenti, e meccaniche, riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che
qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significa produzione stessa e comunque o ≥ 2000 t oppure ad un numero di colate o di lotti ≥ 25.
Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati da delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal produttore stes
Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da g merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratte ciascun tipo verranno eseguite almeno trenta prove su saggi appositamente prelevati.
La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico m relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

14.7.1.3 Il controllo continuo della qualità della produzione

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece pre qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, il servizio di c interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a m sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.
Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento prelevato dal prodotto finito un saggio per colata, e, comunque, un saggio ogni 80 t oppure un s lotto e, comunque, un saggio ogni 40 t o frazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di pro definito dalle relative norme di prodotto, in base al numero dei pezzi.
Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chi meccaniche previste dalle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.
Per quanto concerne f_y e f_t, i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gam dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente ne risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.
I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allunga alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate UNI EN 10025, ovvero alle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 e UNI EN 10219 per i profilati cavi.
È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli e risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere ad avviare le analisi sulle cause sopraindicate e devono riportare gli eventuali dati anomali.
I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullam tenendone esplicita nota nei registri.
La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore dev conservata a cura del produttore.

14.7.1.4 La verifica periodica della qualità

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece pre qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, il laboratorio in deve effettuare periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una v lo stabilimento produttore, nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di trent trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appo

accantonati dal produttore in numero di almeno due per colata o lotto di produzione, relativa alla pr
intercorsa dalla visita precedente.
Inoltre, il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperir
su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopraddetto.
Infine, si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massim
analisi chimiche.
Nel caso in cui i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti no
rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.
Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato
le verifiche della qualità dandone comunicazione al servizio tecnico centrale, e ripete la qualificazio
che il produttore ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.
Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai, con caratteristiche com
i tipi S235 e S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.
Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazion
6%.
Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo ser
anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altr
relative alla qualificazione.

14.7.1.5 I controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro inizia
sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale, su singole colate di quei prodotti
ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.
Le prove da effettuare sono quelle relative alle norme europee armonizzate UNI EN 10025-1 e UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, e i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti no
europee della serie UNI EN 10025, ovvero delle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 e UNI EN 10219 per i profilati cavi.

14.7.2I controlli nei centri di trasformazione

14.7.2.1I centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo.Le verifiche del direttore dei lavori

Si definiscono *centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate* tutti quegli impianti che
ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo,
grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che, però, non siano sottoposti a s
modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può fa
riferimento, oltre alle norme delle tabelle 18.1 e 18.2, anche alle norme UNI EN 10326 e UNI EN 10149 (parti 1, 2 e 3).
Oltre alle prescrizioni applicabili per tutti gli acciai, i centri di produzione di prodotti formati a fr
lamiere grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere grecate da impiegare
composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la re
taglio longitudinale di progetto della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risult
sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B della UNI EN 1994-1-1. Questa
sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da lab
indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia a
tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.
Nel casi di prodotti coperti da marcatura CE, il centro di produzione deve dichiarare, nelle forme e con l
limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste nelle norme armonizzate applicabili.
I centri di produzione possono, in questo caso, derogare agli adempimenti previsti per tutti i tipi
relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio inc

ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, se marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni succes
I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificaz sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione, e, in fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.
Gli utilizzatori dei prodotti e/o il direttore dei lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indic rifiutare le eventuali forniture non conformi.

14.7.2.2 I centri di prelavorazione di componenti strutturali

Le nuove norme tecniche definiscono *centri di prelavorazione* o *di servizio* quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelav vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture co nell'ambito delle costruzioni.
I centri di prelavorazione devono rispettare le prescrizioni applicabili, di cui ai centri di trasform valevoli per tutti i tipi d'acciaio.

14.7.2.3 Le officine per la produzione di carpenterie metalliche. Le verifiche del direttore dei lavori

I controlli nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche sono obbligatori e devono effettuati a cura del direttore tecnico dell'officina.
Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale, e per i quali non sia disponibile una armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece pre qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, i controlli devon eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.
Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore m una sullo spessore minimo.
I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondent europee armonizzate della serie UNI EN 10025, ovvero le prescrizioni delle tabelle 18.1 e 18.2 per i profila cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate c UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.
Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti ta
Deve, inoltre, essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle europee applicabili sopra richiamate, e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal proge mancanza, deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.
Il prelievo dei campioni deve essere effettuato a cura del direttore tecnico dell'officina, che deve a mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incario effettivamente quelli da lui prelevati.
Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio è fatta eccezione per il marchio di qualifi non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.
Il direttore tecnico dell'officina deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.
Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documenta
- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore te centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qua direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati rela prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali fornit
conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di
dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del
trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.
Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documen
accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragr
11.8. delle nuove norme tecniche, ove applicabili.

14.7.2.4Le officine per la produzione di bulloni e di chiodi. Le verifiche del direttore dei lavori

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione de
del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme
requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione de
predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001, e certificato da parte di un organismo terzo
indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN
ISO/IEC 17021
I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono
gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.
I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al servizio tecnico
la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in f
fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.
La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al servizio tecnico centrale, co
una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, risp
precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.
Il servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.
Ogni fornitura di bulloni o chiodi in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche
essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da
servizio tecnico centrale.
Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali fornit
conformi.

14.7.3 I controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori

I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti s
medesime indicazioni valevoli per i centri di trasformazione, effettuando un prelievo di almeno tre
ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.
Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore de
dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso
requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasforma
effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, il prelievo dei campioni deve
effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore d
Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati pe
al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa
di prove.
Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati
le medesime disposizioni per i centri di trasformazione.

14.8 Norme di riferimento

14.8.1Esecuzione

UNI 552– *Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni* ;

UNI 3158 – *Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove*;
UNI ENV 1090-1 *Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici* ;
UNI ENV 1090-2 *Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo* ;
UNI ENV 1090-3 – *Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento* ;
UNI ENV 1090-4 – *Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi* ;
UNI ENV 1090-6 *Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile* ;
UNI EN ISO 377 – *Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche* ;
UNI EN 10002-1 *Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)* ;
UNI EN 10045-1 *Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova* .

14.8.2 Elementi di collegamento
UNI EN ISO 898-1 – *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere*;
UNI EN 20898-2 *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso* ;
UNI EN 20898-7 *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm* ;
UNI 5592 – *Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C* ;
UNI EN ISO 4016 *Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C* .

14.8.3 Profilati cavi
UNI EN 10210-1 *Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura* ;
UNI EN 10210-2 *Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo* ;
UNI EN 10219-1 *Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura* ;
UNI EN 10219-2 *Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo* ;

14.8.4 Prodotti laminati a caldo
UNI EN 10025-1 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura* ;
UNI EN 10025-2 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali* ;
UNI EN 10025-3 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato* ;
UNI EN 10025-4 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica* ;
UNI EN 10025-5 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica* ;
UNI EN 10025-6 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati* .

Art. 15. Muratura portante

15.1 Elementi per muratura

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della UNI EN 771e, secondo quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 delle nuove norme tecniche, marcatura CE.

15.2 Gli elementi resistenti

15.2.1 Gli elementi artificiali

Per gli elementi resistenti artificiali (laterizio o calcestruzzo) da impiegare con funzione resist applicano le prescrizioni per le norme d'accettazione previste dalle nuove norme tecniche
Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa verticale) oppure in direzione parallela (foratura orizzontale). Gli elementi possono essere rettifi superficie di posa.
Gli elementi sono classificati in base alla percentuale ϕ di foratura e all'area media della sezione normale di ogni singolo foro f. I fori devono essere distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'element percentuale di foratura è espressa dalla relazione $\phi = 100 F/A$ dove:
F = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti;
A = area lorda della faccia dell'elemento di muratura delimitata dal suo perimetro.
Nel caso dei blocchi in laterizio estrusi, la percentuale di foratura ϕ coincide con la percentuale in volume dei vuoti, come definita dalla norma UNI EN 772-9.
Gli elementi possono avere incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malt
Elementi di laterizio di area lorda maggiore di 300 cm^2 possono essere dotati di un foro di presa di area massima pari a 35 cm^2, da computare nella percentuale complessiva della foratura, avente lo scop agevolare la presa manuale. Per superiore a 580 cm^2 sono ammessi due fori, ciascuno di area massima pari a 35 cm^2, oppure un foro di presa o per l'eventuale alloggiamento dell'armatura la cui area non sup cm^2.
Le tabelle 19.1 e 19.2 riportano la classificazione per gli elementi in laterizio e calcestruzzo.

Tabella 19.1 - Classificazione di elementi in laterizio

Elementi	Percentuale di foratura ϕ	Area f della sezione normale del foro
Pieni	$\phi \leq 15\%$	$f \leq 9$ cm^2
Semipieni	$15\% < \phi \leq 45\%$	$f \leq 12$ cm^2
Forati	$45\% < \phi \leq 55\%$	$f \leq 15$ cm^2

Tabella 19.2 - Classificazione di elementi in calcestruzzo

Elementi	Percentuale di foratura ϕ	Area f della sezione normale del foro	
		$A \leq 900$ cm^2	$A > 900$ cm^2
Pieni	$\phi \leq 15\%$	$f \leq 0{,}10\ A$	$f \leq 0{,}15\ A$
Semipieni	$15\% < \phi \leq 45\%$	$f \leq 0{,}10\ A$	$f \leq 0{,}15\ A$
Forati	$45\% < \phi \leq 55\%$	$f \leq 0{,}10\ A$	$f \leq 0{,}15\ A$



Figura 19.1 - Esempio di mattone pieno $\phi \leq 15\%$ in laterizio per murature portanti[2]



Figura 19.2 - Esempio di mattone semipieno $\phi \leq 45\%$ in laterizio per murature portanti[3]

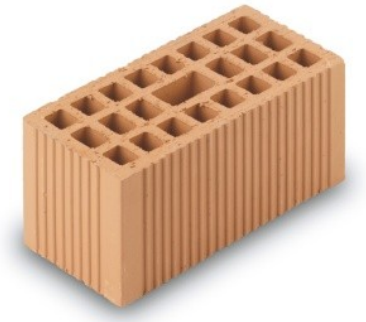
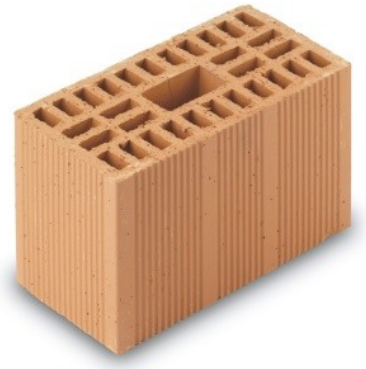


Figura 19.3 - Esempi di blocchi semipieni $\phi \leq 45\%$ in laterizio per murature portanti



[2] http://www.fornacetrezzo.it.
[3] http://www.fornacetrezzo.it.

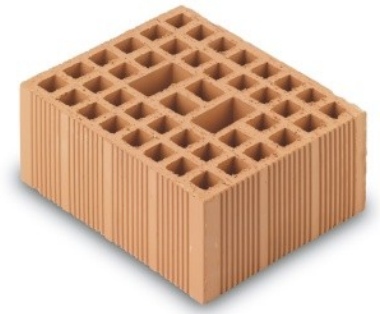


Figura 19.4 - Esempi di blocchi forati con 45% < φ ≤ 55% in laterizio per murature portanti

15.2.2 Gli elementi naturali

Gli elementi naturali sono ricavati da materiale lapideo che deve essere non friabile o sfaldabile, e al gelo. Non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili, o residui organici. Gli elemen devono essere integri, e non devono presentare zone alterate o removibili.
Gli elementi devono possedere i requisiti di resistenza meccanica e adesività alle malte determinat le modalità descritte nel paragrafo 11.10 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

15.2.3 L'attestazione di conformità

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della EN 771e, secondo quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 delle nuove norme tecniche, marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella tabella 19.3.
Il Sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, c lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensivo della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.
Il Sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del D.P.R. n. 246/1993.
Gli elementi di categoria I hanno un controllo statistico eseguito in conformità con le citate armonizzate, che fornisce resistenza caratteristica a compressione" riferita al frattile 5%. Gli elementi di categoria II non soddisfano questi requisiti.
L'uso di elementi per muratura portante di categoria I e II è subordinato alla valutazione della resistenza di progetto, del corrispondente coefficiente parziale di sicu

Tabella 19.3 - Sistema di attestazione della conformità

Specifica tecnica europea di riferimento	Categoria	Sistema di attestazione della conformità
Specifica per elementi per muratura: elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), in calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	Categoria I	2+
	Categoria II	4

15.2.4Le prove di accettazione

Oltre a quanto previsto al punto A del paragrafo 11.1 delle nuove norme tecniche, il direttore de tenuto a far eseguire ulteriori prove di accettazione sugli elementi per muratura portante pervenuti e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nelle citate nome armonizzate.
Le prove di accettazione su materiali di cui al presente paragrafo sono obbligatorie, e devono esser e certificate presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

15.2.4.1 La resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali.

Il controllo di accettazione in cantiere ha lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera caratteristiche dichiarate dal produttore.
Tale controllo sarà effettuato su almeno tre campioni, costituiti ognuno da tre elementi da sottopor di compressione. Per ogni campione, siano f_1, f_2, f_3 la resistenza a compressione dei tre elementi con

$$f_1 \leq f_2 \leq f_3.$$

Il controllo si considera positivo se risultino verificate entrambe le disuguaglianze:

$$(f_1 + f_2 + f_3)/3 \geq 1{,}20 f_{bk} \qquad f_1 \geq 0{,}90 f_{bk}$$

dove f_{bk} è la resistenza caratteristica a compressione dichiarata dal produttore.
Al direttore dei lavori spetta comunque l'obbligo di provare, mediante sigle, etichettature indelebili i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere, con in precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.
Le modalità di prova sono riportate nella Norma UNI EN 772-1.

15.2.5 Norme di riferimento

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova riferimento alle seguenti norme:
UNI EN 771-1 *Specifica per elementi per muratura. Parte 1: Elementi per muratura di laterizio* ;
UNI EN 771-2 *Specifica per elementi di muratura. Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio* ;
UNI EN 771-3 *Specifica per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri)* ;
UNI EN 771-4 *Specifica per elementi di muratura. Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato* ;
UNI EN 771-5 *Specifica per elementi di muratura. Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata* ;
UNI EN 771-6 *Specifica per elementi di muratura. Elementi di muratura di pietra naturale* ;
UNI EN 772-1 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza a compressione* ;
UNI EN 772-2 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione dell'area percentuale dei vuoti in elementi di muratura in calcestruzzo (metodo dell'impronta su carta)* ;
UNI EN 772-3 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del volume netto e della percentuale dei vuoti degli elementi di muratura di laterizio mediante pesatura idrostatica* ;
UNI EN 772-4 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della massa volumica reale ed apparente e della porosità aperta e totale degli elementi di muratura in pietra naturale* ;
UNI EN 772-5 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del tenore di sali solubili attivi degli elementi di muratura di laterizio* ;
UNI EN 772-6 *Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione della resistenza a trazione per flessione degli elementi di muratura di calcestruzzo* ;
UNI EN 772-7 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione dell'assorbimento d'acqua di strati impermeabili all'umidità di elementi di muratura di laterizio mediante bollitura in acqua* ;

UNI EN 772-9 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del volume e della percentuale dei vuoti e del volume netto degli elementi di muratura in silicato di calcio mediante riempimento con sabbia*;
UNI EN 772-10 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del contenuto di umidità in elementi di muratura in silicato di calcio e in calcestruzzo aerato autoclavato* ;
UNI EN 772-11 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione dell'assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di calcestruzzo, di materiale lapideo agglomerato e naturale dovuta alla capillarità e al tasso iniziale di assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di laterizio* ;
UNI EN 772-14 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della variazione di umidità di elementi di muratura di calcestruzzo e di materiale lapideo agglomerato* ;
UNI EN 772-15 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della permeabilità al vapore acqueo di elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato* ;
UNI EN 772-16 *Metodi di prova per elementi di muratura. Parte 16: Determinazione delle dimensioni* ;
UNI EN 772-18 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza al gelo/disgelo degli elementi di muratura di silicato di calcio* ;
UNI EN 772-19 *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della dilatazione all'umidità di grandi elementi da muratura in laterizio con fori orizzontali* ;
UNI EN 772-20 *Metodi di prova per elementi di muratura. Parte 20: Determinazione della planarità delle facce degli elementi di muratura* .

15.3 Malte per muratura e ripristini di strutture in cemento armato

15.3.1 Le malte a prestazione garantita

La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di du
di prestazioni meccaniche, e deve essere conforme alla norma armonizzata UNI EN 998-2, per i ate
e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferim
pubblicato sulla GUUE, recare la marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicat
nella tabella 19.4.
Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organich
terrose o argillose. Le calci aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche e
previsti dalle norme vigenti.
Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressi
categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che
resistenza f_m espressa in N/mm^2 secondo la tabella 19.5. Per l'impiego in muratura portante non è amme
l'impiego di malte con resistenza f_m < 2,5 N/mm^2.
Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate ne
UNI EN 1015-11

Tabella 19.4 - Sistema di attestazione della conformità delle malte per muratura portante

Specifica tecnica europea di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

Tabella 19.5 - Classi di malte a prestazione garantita

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d[1]
Resistenza a compressione [N/mm^2]	2,5	5	10	15	20	d

[1] d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm^2 dichiarata dal produttore.

15.3.2 Le malte a composizione prescritta

Le classi di malte a composizione prescritta sono definite in rapporto alla composizione in volume,
la tabella 19.7.

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità nella norma UNI EN 1015-11, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resist media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto in tabella 19.6.

Tabella 19.6. - Classi di malte a composizione prescritta

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	-	-	1	3	-
M 2,5	Pozzolanica	-	1	-	-	3
M 2,5	Bastarda	1	-	2	9	-
M 5	Bastarda	1	-	1	5	-
M 8	Cementizia	2	-	1	8	-
M 12	Cementizia	1	-	-	3	-

Tabella 19.7 - Rapporti di miscela delle malte (a mezzo)

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 m^3 di malta [kg]
Calce idrata, sabbia	1: 3,5 1: 4,5	142-1300 110-1300
Calce idraulica, sabbia	1:3 1:4	270-1300 200-1300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3 1:4	330-1300 250-1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8 2:1:9	125-150-1300 110-130-1300
Cemento, sabbia	1:3 1:4	400-1300 300-1300

Malte premiscelate

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompa una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti eventuali additivi.
Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Malte speciali

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da ceme resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in cemento impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto In caso di applicazione di prodotti equivalenti, gli stessi devono essere accettati e autorizzati dalla dei lavori.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8993 - *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione* (ritirata senza sostituzione);
UNI 8994 - *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità* (ritirata senza sostituzione);
UNI 8995 - *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca* (ritirata senza sostituzione);
UNI 8996 - *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica* (ritirata senza sostituzione);

UNI 8997 – *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante cabaletta* (ritirata senza sostituzione);
UNI 8998 – *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata* (ritirata senza sostituzione);
UNI EN 12190 *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione* .

Metodi di prova delle malte cementizie

Sulle malte cementizie la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:
UNI 7044 – *Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse* ;
UNI EN 1015-1 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante stacciatura)* ;
UNI EN 1015-2 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova*;
UNI EN 1015-3 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse)* ;
UNI EN 1015-4 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda)* ;
UNI EN 1015-6 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca* ;
UNI EN 1015-7 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca* ;
UNI EN 1015-9 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 9: Determinazione del tempo di lavorabilità e del tempo di correzione della malta fresca* ;
UNI EN 1015-10 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 10: Determinazione della massa volumica apparente della malta indurita essiccata* ;
UNI EN 1015-17 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 17: Determinazione del contenuto di cloruro solubile in acqua delle malte fresche* ;
UNI EN 1015-18 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità della malta indurita* ;
UNI EN 1015-19 *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite* ;
UNI EN 1170-8 *Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici*.

15.4 Verifica sperimentale dei parametri meccanici della muratura

Le proprietà fondamentali in base alle quali si classifica una muratura sono le seguenti:
- la resistenza caratteristica a compressione f_k;
- la resistenza caratteristica a taglio in assenza di azione assiale f_{vk0};
- il modulo di elasticità normale secante E;
- il modulo di elasticità tangenziale secante G.

La resistenze caratteristiche f_k e f_{vk0} devono essere determinate o per via sperimentale su campioni di mu
con alcune limitazioni, in funzione delle proprietà dei componenti.
In ogni caso, i valori delle caratteristiche meccaniche utilizzati per le verifiche devono essere inc
progetto delle opere.
Per progetti nei quali la verifica di stabilità richieda un valore di f_k maggiore o uguale a 8 N/mm^2, la
direzione dei lavori deve procedere al controllo del valore di f_k mediante prove sperimentali.

15.4.1 La resistenza a compressione

15.4.1.1 La determinazione sperimentale della resistenza a compressione

La resistenza caratteristica sperimentale a compressione si determina su un numero di elementi ($n \geq 6$), seguendo sia per la confezione che per la prova le modalità indicate qui di seguito.

I provini (muretti) devono avere le stesse caratteristiche della muratura a cui si riferiscono e devono essere costituiti almeno da tre corsi di elementi resistenti sovrapposti e devono rispettare le seguenti limitazioni:

- lunghezza (l) pari ad almeno due lunghezze di blocco;
- rapporto altezza/spessore (h/t) variabile tra 2,4 e 5.

La confezione è eseguita su di un letto di malta alla base e la faccia superiore viene stesa uno strato di malta. Dopo una stagionatura di 28 giorni a 20°C e al 70% di umidità relativa, prima di effettuare la prova la faccia superiore di ogni provino viene eventualmente livellata con gesso. Il muretto può anche essere contenuto fra due piastre metalliche rettificate, utili per gli spostamenti e il suo posizionamento nella macchina. Il provino viene posto fra i piatti della macchina di prova (uno dei quali articolato), dopo aver effettuato, quindi, la centratura del carico. In proposito è consigliabile procedere anche con l'ausilio di estensimetrico. Il carico deve essere applicato con una velocità di circa 0,05 MPa/s, in modo da giungere a rottura in 15 ÷ 20 secondi.

La resistenza caratteristica (f_k) è calcolata dalla relazione:

$$f_k = f_m - ks$$

dove

f_m = resistenza media;

s = stima dello scarto;

k = coefficiente riportato nel prospetto seguente:

n	6	8	10	12	20
k	2,33	2,19	2,1	2,05	1,93

La determinazione della resistenza caratteristica deve essere completata con la verifica dei materiali da condursi come segue:

- malta: n. 3 provini prismatici 40 · 40 · 160 mm da sottoporre a flessione e, successivamente, alle sei metà risultanti, secondo la norma UNI EN 998-2;
- elementi resistenti: n. 10 elementi da sottoporre a compressione con direzione del carico normale alla posa.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 998-2 *Specifiche per malte per opere murarie. Malte da muratura* .

15.4.1.2 La stima della resistenza a compressione

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni e semipieni, il valore di f_k può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza della malta tramite i dati della tabella 19.8. La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm.

Per valori non contemplati nella tabella 19.8, è ammessa l'interpolazione lineare. In nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

Tabella 19.8 - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento [N/mm²]	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2.5
2.0	1.2	1.2	1.2	1.2

3.0	2.2	2.2	2.2	2.0
5.0	3.5	3.4	3.3	3.0
7.5	5.0	4.5	4.1	3.5
10.0	6.2	5.3	4.7	4.1
15.0	8.2	6.7	6.0	5.1
20.0	9.7	8.0	7.0	6.1
30.0	12.0	10.0	8.6	7.2
40.0	14.3	12.0	10.4	-

Nel caso di murature costituite da elementi naturali si assume convenzionalmente la resistenza caratteristica a compressione dell'elemento f_{bk} pari a:

$$f_{bk} = 0,75 f_{bm}$$

dove f_{bm} rappresenta la resistenza media a compressione degli elementi di pietra squadrata.
Il valore della resistenza caratteristica a compressione della muratura f_k può essere dedotto dalla resistenza caratteristica a compressione degli elementi f_{bk} e dalla classe di appartenenza della malta tramite la tabella 19.9. Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare. In nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

Tabella 19.9 - Valori della f_k per murature in elementi naturali di pietra squadrata (valori in N/mm^2)

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2.5
2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3.0	2.2	2.2	2.2	2.0
5.0	3.5	3.4	3.3	3.0
7.5	5.0	4.5	4.1	3.5
10.0	6.2	5.3	4.7	4.1
15.0	8.2	6.7	6.0	5.1
20.0	9.7	8.0	7.0	6.1
30.0	12.0	10.0	8.6	7.2
≥40.0	14.3	12.0	10.4	-

15.4.1.3 La resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali

15.4.1.4 La determinazione sperimentale della resistenza a taglio

La resistenza caratteristica sperimentale a taglio si determina su n campioni (≥ 6) seguendo, sia per la confezione che per la prova, le modalità indicate nella norma UNI EN 1052-3, per quanto applicabile, la norma UNI EN 1052-4.
I provini, distinti nelle classi tipo A (≤ 200 mm) e tipo B (> 200 mm), secondo la norma UNI EN 1052-3, devono avere la dimensioni riportate nella tabella 19.10.

Tabella 19.10 - Dimensioni dei provini

Dimensioni elemento		Tipo e dimensioni dei provini	
h [mm]	b [mm]	Tipo	Dimensioni [mm]
≤ 300	≤ 200	A	h = l_u[1]
> 300	≤ 200	A	h = 300
≤ 300	> 200	B	c = 300 h = l_u
> 300	> 200	B	c = 200 h = 300
[1] La lunghezza l_u degli elementi è in conformità alla norma EN 772-16.			

Per ogni provino deve essere determinata la resistenza a taglio f_{voi}, arrotondata a 0,01 N/mm^2, mediante le seguenti relazioni:

$$f_{voi} = \frac{F_{i,max}}{2 \cdot A_i} \text{ (N/ mm}^2\text{)}$$

dove
$F_{i,max}$ = carico di taglio massimo (N);
A_i = area della sezione trasversale del provino parallela ai giunti orizzontali (mm^2).

La resistenza caratteristica f_{vko} sarà dedotta dalla resistenza media f_{vm}, ottenuta dai risultati delle prove, mediante la relazione:

$$f_{vko} = 0{,}7 f_{vm}$$

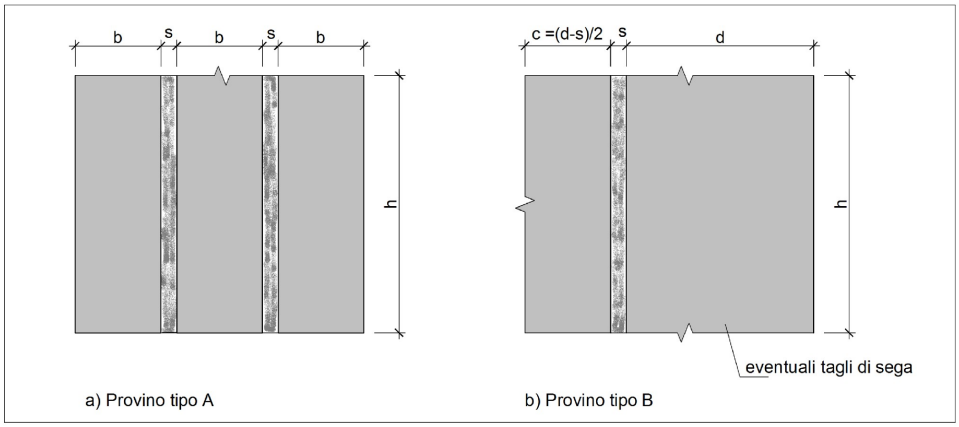


Figura 19.5 - Dimensioni dei provini di muratura per prova, per la determinazione sperimentale resistenza a taglio (UNI EN 1052-3)

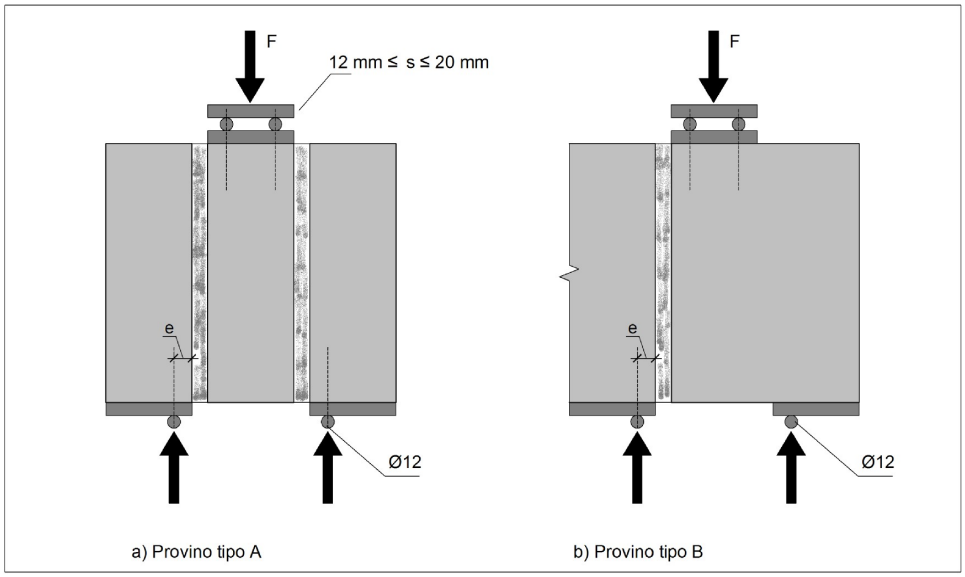


Figura 19.6 - Carico di prova per la determinazione sperimentale della resistenza a taglio

(UNI EN 1052-3)

15.4.2La stima della resistenza a taglio

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni ovvero in pietr
squadrata, il valore di f_{vk0} può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi, tramite la
19.11. La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali ri
malta, le cui dimensioni sono comprese tra 5 e 15 mm. Per valori non contemplati in tabella è
l'interpolazione lineare. In nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

Tabella 19.11 - Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali f_{vk0} (valori in N/mm^2)

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Classe di malta	f_{vk0} [N/mm^2]
Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	M10 ≤ M ≤ M20	0,30
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	M5 ≤ M ≤ M10	0,20
	$f_{bk} \leq 7,5$	M2,5 ≤ M ≤ M5	0,10
Calcestruzzo; silicato di calcio; elemento autoclavato; pietra naturale squadrata	$f_{bk} > 15$	M10 ≤ M ≤ M20	0,20
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	M5 ≤ M ≤ M10	0,15
	$f_{bk} \leq 7,5$	M2,5 ≤ M ≤ M5	0,10

15.4.2.1 La resistenza caratteristica a taglio in presenza di tensioni di compressione

In presenza di tensioni di compressione, la resistenza caratteristica a taglio f_{vk} è definita come
resistenza all'effetto combinato delle forze orizzontali e dei carichi verticali agenti nel piano del mu
essere ricavata tramite la relazione:

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4\sigma_n$$

dove
f_{vk0} è la resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;
σ_n è la tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifi

Per elementi resistenti artificiali semipieni o forati deve risultare soddisfatta la relazione:

$$f_{vk} \leq f_{vk,lim} = 1,4\bar{f}_{bk}$$

dove
$f_{vk,lim}$ è il valore massimo della resistenza caratteristica a taglio che può essere impiegata nel calcolo;
$\bar{f}_{bk}$ è il valore caratteristico della resistenza degli elementi in direzione orizzontale e nel piano del m
ricavare secondo le modalità descritte nella relativa norma della serie UNI EN 771.

15.4.2.2 I moduli di elasticità secanti

Il modulo di elasticità normale secante della muratura deve essere valutato sperimentalmente su
≥ 6), seguendo sia per la confezione che per la prova le modalità indicate nella UNI EN 1052-1. Per
ogni provino deve essere calcolata la resistenza a compressione f_i (N/mm^2) mediante la relazione:

$$f_i = \frac{F_{i,\max}}{A} \text{ (N/ mm}^2\text{)}$$

Il valore del modulo elastico secante è dato dalla media delle deformazioni dei quattro punti di mis
sono verificati in uno sforzo pari ad 1/3 dello sforzo massimo ottenuto:

$$E_i = \frac{F_{i,\max}}{3 \cdot \varepsilon_i \cdot A_i} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Il calcolo del valore modulo di elasticità medio deve essere arrotondato a 100 N/mm².

Art. 16. Materiali e prodotti a base di legno

16.1 Generalità

Formano oggetto delle nuove norme tecniche per le costruzioni anche le opere costituite da portanti realizzate con elementi di legno strutturale (legno massiccio, segato, squadrato oppure to prodotti strutturali a base di legno (legno lamellare incollato, pannelli a base di legno) assemb adesivi oppure con mezzi di unione meccanici, eccettuate quelle oggetto di una regolamentazione carattere particolare.

Si considerano i seguenti prodotti a base di legno:

- legno strutturale massiccio con giunti a dita legno;
- legno lamellare incollato;
- legno lamellare incollato con giunti a dita a tutta sezione;
- pannelli a base di legno per uso strutturale;
- altri prodotti a base di legno per impieghi strutturali.

La produzione, la fornitura e l'utilizzazione dei prodotti a base di legno per uso strutturale in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e da un sistema di rintracciabilità che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

16.2 Il legno massiccio

La produzione di elementi strutturali di legno massiccio a sezione rettangolare dovrà risultare conf norma europea armonizzata UNI EN 14081 e recare la marcatura CE.

Qualora non sia applicabile la marcatura CE, i produttori di elementi di legno massiccio per uso struttural devono essere qualificati.

Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale, selezionato e classificato in dimensi secondo la resistenza, elemento per elemento, sulla base delle normative applicabili.

I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statistica determinate, senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resis raggruppa le proprietà fisico-meccaniche, necessarie per la progettazione strutturale.

La classificazione può avvenire assegnando all'elemento una categoria, definita in relazione alla dell'elemento stesso con riferimento alla specie legnosa e alla provenienza geografica, sulla specifiche prescrizioni normative. Al legname appartenente a una determinata categoria, s provenienza, può essere assegnato uno specifico profilo resistente, utilizzando le regole di class base previste nelle normative applicabili.

La classe di resistenza di un elemento è definita mediante uno specifico profilo resistente unificato. può farsi utile riferimento alle norme UNI EN 338 e UNI EN 1912 per legno di provenienza estera, e alla norma UNI 11035 (parti 1 e 2), per legno di provenienza italiana.

Ad ogni tipo di legno può essere assegnata una classe di resistenza, se i suoi valori caratteristici di di modulo elastico e di massa volumica risultano non inferiori ai valori corrispondenti a quella classe

In generale, è possibile definire il profilo resistente di un elemento strutturale anche sulla base de documentati di prove sperimentali, in conformità a quanto disposto dalla UNI EN 384. Le prove sperimentali per la determinazione di resistenza a flessione e modulo elastico devono essere e maniera da produrre gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il materiale sarà presumibilmente nella struttura.

Per tipi di legno non inclusi in normative vigenti (emanate da UNI), e per i quali sono disponibili dati ricavati su campioni piccoli e netti, è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sop base di confronti con specie legnose incluse in normative di dimostrata validità.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 14081-1 *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 1: Requisiti generali* ;
UNI EN 14081-2 *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 2: Classificazione a macchina. Requisiti aggiuntivi per le prove iniziali di tipo*;
UNI EN 14081-3 *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 3: Classificazione a macchina. Requisiti aggiuntivi per il controllo della produzione in fabbrica*;
UNI EN 14081-4 *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 4: Classificazione a macchina. Regolazioni per i sistemi di controllo a macchina* ;
UNI EN 338 *Legno strutturale. Classi di resistenza* ;
UNI EN 1912 *Legno strutturale. Classi di resistenza. Assegnazione delle categorie visuali e delle specie* ;
UNI EN 384 *Legno strutturale. Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica* ;
UNI 11035-1 *Legno strutturale. Classificazione a vista di legnami italiani secondo la resistenza meccanica: terminologia e misurazione delle caratteristiche* ;
UNI 11035-2 *Legno strutturale. Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza e i valori caratteristici per tipi di legname strutturale italiani* .

16.3 Il legno strutturale con giunti a dita

In aggiunta a quanto prescritto per il legno massiccio, gli elementi di legno strutturale con giun realizzati con la stessa specie legnosa (conifera o latifoglie) devono essere conformi alla norma UNI EN 385, e, laddove pertinente, alla norma UNI EN 387.
Nel caso di giunti a dita a tutta sezione, il produttore deve comprovare la piena efficienza e dura giunto stesso. La determinazione delle caratteristiche di resistenza del giunto a dita dovrà basarsi s di prove eseguite in maniera da produrre gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il giunto sarà per gli impieghi previsti nella struttura.
Elementi in legno strutturale massiccio congiunti a dita non possono essere usati per opere in c servizio 3.
Le unioni con giunti a dita devono essere durabili e affidabili e garantire la resistenza richiesta.
Il giunto a dita non deve presentare nodi, fenditure o smussi evidenti alla fibratura. Gli eventuali nodi devono essere sufficientemente distanti dall'estremità del legno tagliato, come indicato al punto 5 della norma UNI EN 385.
Gli elementi strutturali non devono avere la sezione trasversale con smussi o con spigoli danne corrispondenza del giunto, come indicato al punto 5.2.3 della norma UNI EN 385.
Gli adesivi e amminoplastici impiegati devono essere idonei alle caratteristiche climatiche del l messa in servizio della struttura, alla specie di legno, al preservante utilizzato e al metodo di fabb
Gli adesivi devono essere conformi o equivalenti a quelli della norma UNI EN 301. L'applicazione, manuale o meccanica, dell'adesivo deve rivestire tutte le superfici delle dita nel giunto assemblato. In l'adesivo deve essere applicato su entrambe le estremità dell'elemento strutturale.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 385 *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione* ;
UNI EN 387 *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione* ;

UNI EN 301 – *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno. Classificazione e requisiti prestazionali*.

16.4 Il legno lamellare incollato

16.4.1 I requisiti di produzione e di qualificazione

Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato devono essere conformi alla norma europea arm
UNI EN 14080
I produttori di elementi di legno lamellare per uso strutturale, per cui non è ancora obbligatoria la p
della marcatura CE ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, e che non rientrano tra quei materiali e prodotti p
strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata (ovvero la stessa ricada nel pe
coesistenza), e per i quali sia invece prevista la qualificazione, devono essere qualificati co
specificato per il legno.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione de
predisposto in coerenza con le norme UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo
indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN
ISO/IEC 17021.
Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo produttivo, il produ
l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenut
relative norme europee o internazionali applicabili.
I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi della certificazione del si
gestione della qualità del processo produttivo.
Ai produttori di elementi in legno lamellare è fatto, altresì, obbligo di sottoporre la produzione,
propri stabilimenti, ad un controllo continuo documentato condotto sulla base della norma UNI EN 386. Il
controllo della produzione deve essere effettuato a cura del direttore tecnico di stabilimento,
provvedere alla trascrizione dei risultati delle prove su appositi registri di produzione. Detti regist
essere disponibili per il servizio tecnico centrale e, limitatamente alla fornitura di competenza, per i
dei lavori e il collaudatore statico della costruzione. Nella marchiatura dell'elemento, inoltre, dev
riportato anche l'anno di produzione.
Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore e l'area della
trasversale indicati nella norma UNI EN 386.
I giunti a dita a tutta sezione devono essere conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 387. I giunti non
possono essere usati per elementi strutturali da porre in opera nella classe di servizio 3, quando la
della fibratura cambi in corrispondenza del giunto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 14080 – *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Requisiti* ;
UNI EN 386 – *Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione* ;
UNI EN 387 – *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione* ;
UNI EN 301 – *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno. Classificazione e requisiti prestazionali*.

16.4.2 La classificazione sulla base delle proprietà delle lamelle

Le singole lamelle devono essere tutte individualmente classificate dal produttore. L'elemento stru
legno lamellare incollato può essere costituito dall'insieme di lamelle tra loro omogenee (el
omogeneo) oppure da lamelle di diversa qualità (elemento combinato), secondo quanto previsto n
UNI EN 1194.
Nella citata norma viene indicata la corrispondenza tra le classi delle lamelle che compongono l'e
strutturale e la classe di resistenza risultante per l'elemento lamellare stesso, sia omogeneo che co

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 1194 – *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici*.

16.4.3 L'attribuzione diretta in base a prove sperimentali

Nei casi in cui il legno lamellare incollato non ricada in una delle tipologie previste dalla norma UNI EN 1194, è ammessa l'attribuzione diretta degli elementi strutturali lamellari alle classi di resistenza s di risultati di prove sperimentali, da eseguirsi in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14080.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 14080 – *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Requisiti* ;
UNI EN 1194 – *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici*.

16.5 I pannelli a base di legno

I pannelli a base di legno per uso strutturale, per i quali sia disponibile una norma europea armoniz riferimento sia pubblicato sulla GUUE, devono essere conformi alla norma UNI EN 13986.
Per la valutazione dei valori caratteristici di resistenza e rigidezza da utilizzare nella progetta strutture che incorporano pannelli a base di legno, può farsi utile riferimento alle norme UNI EN 12369-1 e UNI EN 12369-2.
All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendo la documentazione, che ogni pannello a base di legno per uso strutturale sia oggetto di attestato di conformità e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 13986 – *Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni. Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura* ;
UNI EN 12369-1 – *Pannelli a base di legno. Valori caratteristici per la progettazione strutturale. OSB, pannelli di particelle e pannelli di fibra* ;
UNI EN 12369-2 – *Pannelli a base di legno. Valori caratteristici per la progettazione strutturale. Parte 2: Pannelli di legno compensato* .

16.5.1 Pannelli a base di fibra di legno

I pannelli a base di fibra di legno oltre a quanto specificato nel progetto, e/o negli articoli rela destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:
– tolleranze sulle lunghezza e larghezza ± 3 mm;
– tolleranze sullo spessore ± 0,5 mm;
– umidità non maggiore dell'8%, misurata secondo ……;
– massa volumica:
- per tipo tenero minore di 350 kg/m^3;
- per tipo semiduro tra 350 e 800 kg/m^3;
- per tipo duro oltre 800 kg/m^3.
La superficie potrà essere:
- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura);
- levigata (quando ha subito la lavorazione predetta);
- rivestita su uno o due facce mediante …….. (placcatura, carte impregnate, smalti, altro).
Funzionalmente, dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- assorbimento di acqua di massimo ……. (misurato secondo ……..);

- resistenza minima a trazione …… (misurata secondo ……);
- resistenza minima a compressione ……. (misurata secondo ……..);
- resistenza minima a flessione …….. (misurata secondo …….).
- ……

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 316 – *Pannelli di fibra di legno. Definizione, classificazione e simboli* ;
UNI EN 318 – *Pannelli di fibra di legno. Determinazione delle variazioni dimensionali associate a variazioni di umidità relativa* ;
UNI EN 320 – *Pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza alla estrazione assiale delle viti* ;
UNI EN 321 – *Pannelli di fibra di legno. Prove cicliche in ambiente umido* .

16.5.2 Pannelli di particelle di legno legate con resina o legate con cemento

I pannelli a base di particelle di legno legate con resina o legate con cemento, a complemento specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le caratteristiche:

a) pannelli di particelle legate con resina:
- classe tecnica …….. (P2, P3, P4, P5, P6, P7);
- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: +/– 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/– 0,5 mm;
- umidità del 10% +/– 3%;
- massa volumica …… kg/m³;
- superficie: grezza [ ]; levigata [ ]; rivestita con ……;
- resistenza al distacco degli strati esterni …… N/mm². Minimo.

Funzionalmente, dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua: 12% (oppure 16%), misurato secondo ……
- assorbimento massimo d'acqua …… %, misurato secondo …….;
- resistenza minima a flessione di …….. N/mm², misurata secondo ……;
- ……

b) pannelli di particelle legate con cemento:
- classe tecnica ……..(1, 2);
- tolleranze sulla lunghezza e sulla larghezza: +/– 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/– 0,5 mm;
- umidità del 10% +/– 3%;
- massa volumica …… kg/m³;
- superficie: grezza [ ]; levigata [ ]; rivestita con ……..;

Funzionalmente, dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua: 12% (oppure 16%), misurato secondo ……
- assorbimento massimo d'acqua …… %, misurato secondo ……;
- resistenza minima a flessione di …… N/mm², misurata secondo ……
- ……

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 309 – *Pannelli di particelle di legno. Definizione e classificazione* ;
UNI EN 311 – *Pannelli di particelle di legno. Resistenza al distacco degli strati esterni dei pannelli di particelle. Metodo di prova*;
UNI EN 312-1 *Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti generali di tutti i tipi di pannelli* ;

UNI EN 312-2 – *Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli per uso generale in ambiente secco* ;
UNI EN 312-3 – *Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli. Requisiti dei pannelli per allestimenti interni (inclusi i mobili) per uso in ambiente secco* ;
UNI EN 312-4 – *Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per uso in ambiente secco* ;
UNI EN 312-5 – *Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per uso in ambiente umido* ;
UNI EN 312-6 – *Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per carichi pesanti per uso in ambiente secco* ;
UNI EN 312-7 – *Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per carichi pesanti per uso in ambiente umido* ;
UNI EN 317 – *Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione del rigonfiamento dello spessore dopo immersione in acqua* ;
UNI EN 319 – *Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza a trazione perpendicolare al piano del pannello* ;
UNI EN 13986 – *Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni. Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura* .

16.5.3 Pannelli di legno compensato e paniforti

I pannelli di legno compensato e paniforti a complemento di quanto specificato nel progetto, o neg
relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:
- tolleranze sulle lunghezza e larghezza: +/– 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/– 1 mm;
- umidità non maggiore del 12%, misurata secondo …….;
- grado di incollaggio.....(da 1 a 10), misurato secondo la norma UNI EN 314-1;
Funzionalmente, dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- resistenza minima a trazione ……. N/mm², misurata secondo ……..;
- resistenza minima a flessione statica ……., N/mm², misurata secondo ……;
- …….

NORME DI RIFERIMENTO

Per i requisiti d'accettazione dei pannelli in legno compensato si farà riferimento alle seguenti norme
UNI EN 313-1 – *Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Classificazione* ;
UNI EN 313-2 – *Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia.Terminologia* ;
UNI EN 314-1 – *Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Metodi di prova* ;
UNI EN 314-2 – *Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Requisiti* ;
UNI EN 315 – *Pannelli di legno compensato. Tolleranze dimensionali* .

16.6 I prodotti derivati dal legno per uso strutturale

I prodotti derivati dal legno per uso strutturale devono essere qualificati nei casi in cui:
a) non sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Gu
b) non sia disponibile una norma armonizzata (ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza
quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle norme tecnich
c) non siano ricadenti in una delle tipologie a) o b). In tali casi, il produttore potrà pervenire alla m
CE in conformità al benestare tecnico europeo (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di u
certificato di idoneità tecnica all'impiego rilasciato dal servizio tecnico centrale sulla base di line
approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

16.7 Gli adesivi

Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'in dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della

16.7.1 Gli adesivi per elementi incollati in stabilimento

Gli adesivi fenolici e amminoplastici devono soddisfare le specifiche della norma UNI EN 301. In attesa di una specifica normativa, gli adesivi di natura chimica diversa devono soddisfare le specifich medesima norma e, in aggiunta, dimostrare un comportamento allo scorrimento viscoso non pe quello di un adesivo fenolico o amminoplastico, così come specificato nella norma UNI EN 301, idonee prove comparative.

16.7.2 Gli adesivi per giunti realizzati in cantiere

In attesa di una specifica normativa europea, gli adesivi utilizzati in cantiere (per i quali non sono le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 301) devono essere sottoposti a prove in conformità ad idone protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella d nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.

16.7.3 Norme di riferimento

Le caratteristiche degli adesivi per legno devono essere conformi alle seguenti norme:

UNI EN 301 – *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali;*

UNI EN 302-1 *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza del giunto al taglio a trazione longitudinale* ;

UNI EN 302-2 *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla delaminazione (metodo di laboratorio);*

UNI EN 302-3 – *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto dell'attacco acido alle fibre del legno, dovuto ai trattamenti ciclici di temperature e umidità, sulla resistenza alla trazione trasversale*;

UNI EN 302-4 *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto del ritiro del legno sulla resistenza al taglio.*

Esempi di adesivi idonei sono forniti nella tabella 20.1, nella quale sono descritte due categorie di d di esposizione, ad alto rischio e a basso rischio.

Tabella 20.1 - Tipi di adesivi idonei

Categoria d'esposizione. Condizioni di esposizione tipiche	Esempi di adesivi
Ad alto rischio	
Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strutture nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di strutture incollate diverse dal legno lamellare incollato)	RF[1], PF[2], PF/RF[3]
Edifici con condizioni caldo-umide, dove l'umidità del legno è superiore al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i 50°C (per esempio lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati).	-
Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria	-
Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo	-
A basso rischio	
Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture dei tetti e portici	RF, PF
Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo	PF/RF[3]
Edifici riscaldati e aerati nei quali la umidità del legno non superi il 18% e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50°C (per esempio case, sale di riunione o di spettacolo, chiese e altri edifici).	MF/UF[4], UF[5]

[1] RF: resorcinolo-formaldeide.
[2] PF: fenolo-formaldeide.
[3] PF/RF: fenolo/resorcinolo-formaldeide.
[4] MF/UF: melamina/urea-formaldeide.
[5] UF: urea-formaldeide modificato.

16.8 Gli elementi meccanici di collegamento

Per tutti gli elementi meccanici che fanno parte di particolari di collegamento metallici e non me
quali spinotti, chiodi, viti, piastre, ecc. – le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferim
specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza.
Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variaz
contenuto di umidità in esercizio.
Si presuppone che i dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in
corretta completa e comprovata da idonei certificati.
La classe di umidità 1 è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente
temperatura di 20 +/− 2°C e ad una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65% sol
alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 1, l'umidità media di equilibrio per la maggior pa
conifere non supera il 12%;
La classe di umidità 2 è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente
temperatura di 20 +/− 2°C e ad una umidità relativa dell'aria circostante che supera 1'80% sol
alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior par
conifere non supera il 18%.
La classe di umidità 3 è caratterizzata da condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più
elevati.

Tabella 20.2 - Protezione anticorrosione minima per le parti di acciaio, descritta secondo la
UNI ISO 2081

Classe di umidità	Trattamento
1	nessuno
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c

[1] Minimo per le graffe: Fe/Zn 12c.
[2] In condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo.

16.8.1 Norma di riferimento

UNI ISO 2081 – *Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio* .

16.9 La durabilità del legno e dei derivati

16.9.1 Generalità

Al fine di garantire alla struttura adeguata durabilità delle opere realizzate con prodotti in legno stru
devono considerare i seguenti fattori tra loro correlati:
- la destinazione d'uso della struttura;
- le condizioni ambientali prevedibili;
- la composizione, le proprietà e le prestazioni dei materiali;
- la forma degli elementi strutturali e i particolari costruttivi;
- la qualità dell'esecuzione e il livello di controllo della stessa;
- le particolari misure di protezione;
- la probabile manutenzione durante la vita presunta, con l'adozione di idonei provvedimenti v
protezione dei materiali.

16.9.2 I requisiti di durabilità naturale dei materiali a base di legno

Il legno e i materiali a base di legno devono possedere un'adeguata durabilità naturale per la classe
prevista in servizio, oppure devono essere sottoposti ad un trattamento preservante adeguato.
Per i prodotti in legno massiccio, una guida alla durabilità naturale e trattabilità delle varie specie l
contenuta nella norma UNI EN 350 (parti 1 e 2). Una guida ai requisiti di durabilità naturale per legno
utilizzare nelle classi di rischio è, invece, contenuta nella norma UNI EN 460.
Le definizioni delle classi di rischio di attacco biologico e la metodologia decisionale per la selezi
legno massiccio e dei pannelli a base di legno appropriati alla classe di rischio sono contenute nel
UNI EN 335-1, UNI EN 335-2 e UNI EN 335-3.
La classificazione di penetrazione e ritenzione dei preservanti è contenuta nella norma UNI EN 351 (parti 1
e 2).
Le specifiche relative alle prestazioni dei preservanti per legno e alla loro classificazione ed etich
sono indicate nelle norme UNI EN 599-1 e UNI EN 599-2.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 335-1 – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di utilizzo. Parte 1: Generalità*;
UNI EN 335-2 – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di utilizzo. Parte 2: Applicazione al legno massiccio* ;
UNI EN 335-3 – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di rischio di attacco biologico. Applicazione ai pannelli a base di legno* ;
UNI EN 599-1 – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche. Specifiche secondo le classi di rischio* ;
UNI EN 599-2 – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche. Classificazione ed etichettatura* ;
UNI EN 350-1 – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai principi di prova e classificazione della durabilità naturale del legno* ;
UNI EN 350-2 – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida alla durabilità naturale e trattabilità di specie legnose scelte di importazione in Europa* ;

UNI EN 460 *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai requisiti di durabilità per legno da utilizzare nelle classi di rischio* .

16.9.3La resistenza alla corrosione

I mezzi di unione metallici strutturali devono, di regola, essere intrinsecamente resistenti alla co oppure devono essere protetti contro la corrosione.
L'efficacia della protezione alla corrosione dovrà essere commisurata alle esigenze proprie della c servizio in cui opera la struttura.

16.9.4 Segati di legno

I segati di legno, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla des d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:
– tolleranze sulla lunghezza e larghezza: +/– 10 mm;
– tolleranze sullo spessore: +/– 2 mm;
– umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma UNI 9021-2;
– difetti visibili ammessi ……, valutati, in funzione della qualità, secondo le seguenti norme:
- conifere:
ISO 1029 *Segati di conifere. Difetti. Classificazione* ;
ISO 1030 *Segati di conifere. Difetti. Misurazione* ;
ISO 1031 *Segati di conifere. Difetti. Termini e definizioni* ;
UNI 8198 *Segati di conifere. Classificazione in base alla resistenza meccanica* ;
- latifoglie:
ISO 2299 *Segati di latifoglie. Difetti. Classificazione* ;
ISO 2300 *Segati di latifoglie. Difetti. Termini e definizioni* ;
ISO 2301 *Segati di latifoglie. Difetti. Misurazione* ;
- altre norme di riferimento:
UNI 8947 *Segati di legno. Individuazione e misurazione dei difetti da essiccazione* ;
- trattamenti preservanti con metodo …… e comunque resistenti ai ……, valutati secondo seguenti norme:
UNI 8662-1 *Trattamenti del legno. Termini generali* ;
UNI 8662-2 *Trattamenti del legno. Termini relativi all'impregnazione e alla preservazione* ;
UNI 8662-3 *Trattamenti del legno. Termini relativi all'essiccazione* ;
UNI 8859 *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante composti in soluzione acquosa di rame, cromo e arsenico (CCA);*
UNI 8976 *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante creosoto* ;
UNI 8940 *Legno. Trattamenti preservanti. Applicazione di sostanze preservanti in solvente organico con il procedimento a doppio vuoto* ;
UNI 9090 *Legno. Trattamenti preservanti contro attacchi di funghi. Istruzioni per la preservazione con soluzioni a base di ossido di stagno tributilico* ;
UNI 9092-2 *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave. Determinazione dell'assorbimento netto di liquido impregnante* ;
UNI 9030 *Segati di legno. Qualità di essiccazione* .

16.10 Le verifiche del direttore dei lavori. La documentazione d'accompagnamento per le forniture

La produzione, fornitura e utilizzazione dei prodotti di legno e dei prodotti a base di legno strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un si rintracciabilità che copra la catena di distribuzione, dal momento della prima classificazione e m dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

Ogni fornitura deve essere anche accompagnata, a cura del produttore, da un manuale conte
specifiche tecniche per la posa in opera. Il direttore dei lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forn
conformi a quanto sopra prescritto.
Le caratteristiche dei materiali secondo le indicazioni previste dalle nuove norme tecniche devor
garantite dai fornitori e/o produttori, per ciascuna fornitura, secondo le disposizioni applicabili di
marcatura CE, ovvero per le procedure di qualificazione e accettazione.
Il direttore dei lavori potrà, inoltre, far eseguire ulteriori prove di accettazione sul materiale perv
cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nella presente norma.
Sono abilitati ad effettuare le prove e i controlli, sia sui prodotti che sui cicli produttivi, i laboratori
e gli organismi di prova abilitati ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 in materia di prove e controlli sul l

16.11 L'attestato di qualificazione. Le verifiche del direttore dei lavori
Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate da una copia dell'attes
qualificazione del servizio tecnico centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo, finché permane la validità della quali
e vengono rispettate le previste prescrizioni periodiche.
Sulla copia dell'attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto.
Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere acco
da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di tras
commerciante o trasformatore intermedio.
Il direttore dei lavori è tenuto, prima della messa in opera, a verificare quanto sopra indicato e a r
eventuali forniture non conformi.

Art. 17. Elementi costruttivi prefabbricati

17.1 Generalità
Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializza
avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.
In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della prod
stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del
conglomerato cementizio, nell'impiego dei materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.
Gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi
sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, anch'esso indicato nel presente articolo.

17.2 Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione
Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle norme tecniche per le
costruzioni approvate con D.M. 14 gennaio 2008, deve essere caratterizzato almeno da:
- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge o recipienti che non diano luogo a ogni
possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume, o a peso, dei componenti liquidi, con
mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali per la produzione e
controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

17.3 Controllo di produzione
Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi cos
prefabbricati, disciplinati dalle norme tecniche per le costruzioni, devono essere idonei ad una pr

continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.
Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione, allo assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN ISO 9001 e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/TEC 17021.
Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

17.3.1 Controllo sui materiali per elementi di serie

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni vigenti di legge.
Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione di elementi prefabbricati di serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni, con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.
Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su apposito registro di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.
Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici (servizio tecnico centrale), per i direttori dei lavori e per tutti gli altri aventi causa nella costruzione.
Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a 28 giorni di stagionatura significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termoigrometriche di stagionatura conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.
La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B, e immediatamente registrata.
Inoltre, dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a 28 giorni di stagionatura, presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo prodotto. Tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.
Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.
Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica di conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

17.3.2 Controllo di produzione di serie controllata

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del servizio tecnico centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.

17.3.3 Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da prove iniziali su prototipi eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

17.3.4 Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato con una marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la riconducibilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la data di origine dell'elemento.
Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo m all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

17.4 Procedure di qualificazione

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito
I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 documentazione al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
Il servizio tecnico centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni delle norme tecniche per le costruzioni

17.4.1 Qualificazione dello stabilimento

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo rilascio di autorizzazioni produttive.
La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa all'assetto organizzativo della produzione e al sistema di controllo in stabilimento.
Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve esse a ciascun centro di produzione.

17.4.2 Qualificazione della produzione in serie dichiarata

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda al servizio tecnico della presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 3 di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.
Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.
Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione d stabilimento di produzione.
L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

17.4.3 Qualificazione della produzione in serie controllata

Oltre a quanto specificato per la produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo e una relazione interpretativa dei risultati delle prove stesse.
Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio dei Lavori Pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.
Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione d stabilimento di produzione.
L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

17.4.4 Sospensioni e revoche

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazion dichiarata o controllata, ove il servizio tecnico centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.
I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, e sono atti definitivi.

17.5 Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in c manufatti vengono inseriti. Tale documentazione comprende:
– apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di scarico e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001.
Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:
- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le eventuali opere di completamento;
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa in opera e i manufatti.
– elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere conse direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;
– certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione per il produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione deposita presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
– attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
– documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certific alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. T documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.
Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui al del D.P.R. n. 380/2001.
Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non accompagnati da tutti i documenti predetti.
Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.
Il produttore di elementi prefabbricati deve, altresì, fornire al direttore dei lavori gli elaborati (particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, se rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplic particolare:
- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mante tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;

- tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

17.6 Norme complementari relative alle strutture prefabbricate

Per *manufatti* o *elementi prefabbricati di serie* devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabiliment permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per dimensionali e tipi di armature.

Per *manufatti di produzione occasionale* si intendono i componenti prodotti senza il presupposto dell ripetitività tipologica.

Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e di prestazione sia come componente singolo, transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

17.6.1 Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura CE

Per gli elementi strutturali prefabbricati, quando non soggetti ad attestato di conformità seco specifica tecnica elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla GUUE, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata;
- serie controllata.

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di co della produzione, e i produttori di componenti occasionale in serie dichiarata e in serie controllata devono, altresì, provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalit nelle nuove norme tecniche per le costruzioni.

17.6.2 Prodotti prefabbricati in serie

Rientrano tra i prodotti prefabbricati in serie:

- i componenti di serie per i quali è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 1971, n. 1086;
- i componenti per i quali è stata rilasciata la certificazione di idoneità ai sensi degli artt. 1 e 7 del febbraio 74, n. 64;
- ogni altro componente prodotto in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e p industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

17.6.2.1 Prodotti prefabbricati in serie dichiarata

Rientrano in serie dichiarata i componenti di serie che, pur appartenendo ad una tipologia prec vengono progettati di volta in volta su commessa per dimensioni e armature (serie tipologica).

Per le tipologie predefinite il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazio produzione di cui al paragrafo 11.8 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposit documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto tipo presso il servizio tecnic del Ministero delle Infrastrutture.

Per ogni singolo impiego delle serie tipologiche, la specifica documentazione tecnica dei com prodotti in serie dovrà essere allegata alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio competente, ai sensi della vigente legislazione in materia.

Rientrano, altresì, in serie dichiarata i componenti di serie costituiti da un tipo compiutamente det predefinito in dimensioni e armature sulla base di un progetto depositato (serie ripetitiva).

Per ogni tipo di componente, o per ogni famiglia omogenea di tipi, il produttore dovrà prov nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione secondo le nuove norme tecniche costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto presso il servizio tecnico centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Per ogni singolo impiego delle serie ripetitive, sarà sufficiente allegare alla documentazione pro depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia, gli e deposito presso il servizio tecnico centrale.

17.6.2.2 Prodotti prefabbricati in serie controllata

Per *serie controllata* si intende la produzione di serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per la dichiarata, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e c permanente della produzione.

Devono essere prodotti in serie controllata:

- i componenti costituiti da assetti strutturali non consueti;
- i componenti realizzati con l'impiego di calcestruzzi speciali o di classe > C 45/55;
- i componenti armati o precompressi con spessori, anche locali, inferiori a 40 mm;
- i componenti il cui progetto sia redatto su modelli di calcolo non previsti dalle norme tecnich costruzioni.

Per i componenti ricadenti in uno dei casi sopra elencati, è obbligatorio il rilascio preve dell'autorizzazione alla produzione, secondo le procedure delle nuove norme tecniche per le costruz

17.6.2.3 Responsabilità e competenze

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie co sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'o durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa i l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabi direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che ass responsabilità proprie del direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono, inoltre, essere realizzati sotto la vigilanza del dir lavori dell'opera di destinazione.

I funzionari del servizio tecnico centrale potranno accedere anche senza preavviso agli stabilim produzione dei componenti prefabbricati per l'accertamento del rispetto delle nuove norme tecnic costruzioni.

17.6.2.4 Prove su componenti

Per verificare le prestazioni di un nuovo prodotto o di una nuova tecnologia produttiva e ac l'affidabilità dei modelli di calcolo impiegati nelle verifiche di resistenza, prima di dare inizi produzione corrente è necessario eseguire delle prove di carico su un adeguato numero di prototip portati fino a rottura.

Tali prove sono obbligatorie, in aggiunta alle prove correnti sui materiali di cui al capitolo 11 dell norme tecniche per le costruzioni, per le produzioni in serie controllata.

17.6.2.5 Norme complementari

Le verifiche del componente devono essere fatte con riferimento al livello di maturazione e di r raggiunto, controllato mediante prove sui materiali di cui al capitolo 11 delle nuove norme tecnic costruzioni ed eventuali prove su prototipo prima della movimentazione del componente e del statico dello stesso.

I dispositivi di sollevamento e movimentazione devono essere esplicitamente previsti nel pro componente strutturale e realizzati con materiali appropriati e dimensionati per le sollecitazioni prev Il copriferro degli elementi prefabbricati deve rispettare le regole generali dell'art. 60 del presente speciale.

17.6.2.5.1 Appoggi

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dir dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno, sia rispetto alla terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di monta deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.
I vincoli provvisori o definitivi devono essere, se necessario, validati attraverso prove sperimentali. Gli appoggi scorrevoli devono consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della portante.

17.6.2.5.2 Realizzazione delle unioni

Le unioni devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

17.6.2.5.3 Tolleranze

Le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente sono quelle indicate dal proc componente che non rispetta tali tolleranze deve essere giudicato non conforme e, quindi, pot consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte de dei lavori.
Il montaggio dei componenti e il completamento dell'opera devono essere conformi alle prev progetto esecutivo. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere anali direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

Art. 18. Elementi per solai misti in cemento armato

18.1 Generalità

Si definiscono *solai* le strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, prevalente comportamento monodirezionale.

18.2 Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso e blocchi forati in laterizio

Nei solai misti in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e blocchi forati in la laterizi in blocchi hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidezza flessionale del solai
Per i solai misti in cemento armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio si p distinguere le seguenti categorie di blocchi:
- blocchi non collaboranti aventi prevalente funzione di alleggerimento. In unione con il calcestru completamento le pareti laterali dei blocchi e la parete orizzontale superiore possono, se è gara perfetta aderenza con il calcestruzzo, partecipare rispettivamente alla resistenza alle forze di all'aumento della rigidezza flessionale;
- blocchi collaboranti aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato. Essi partecipa definizione della sezione resistente ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio e ultimi, nor definizione delle deformazioni.

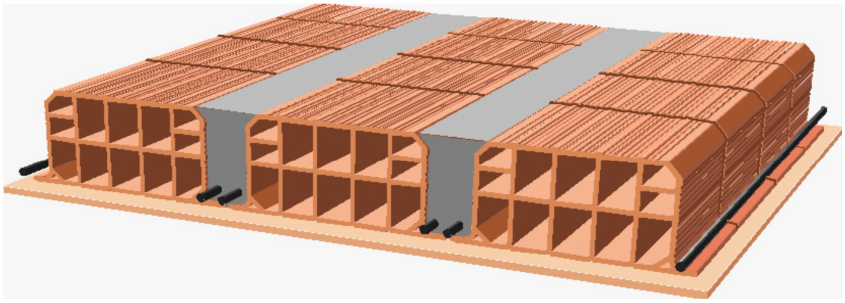


Figura 22.1 - Esempio di solaio in cemento armato gettato in opera[4]

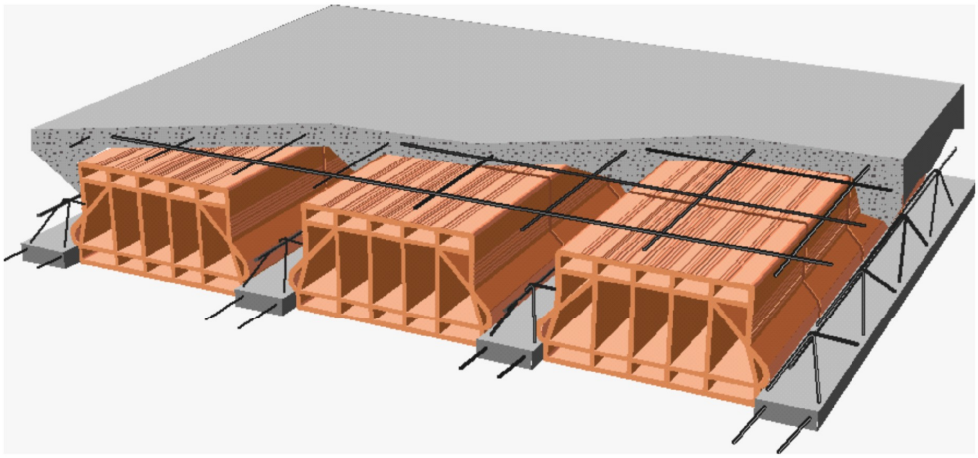


Figura 22.2 - Esempio di solaio in cemento armato a travetti tralicciati e blocchi interposti[5]

[4] fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.
[5] fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

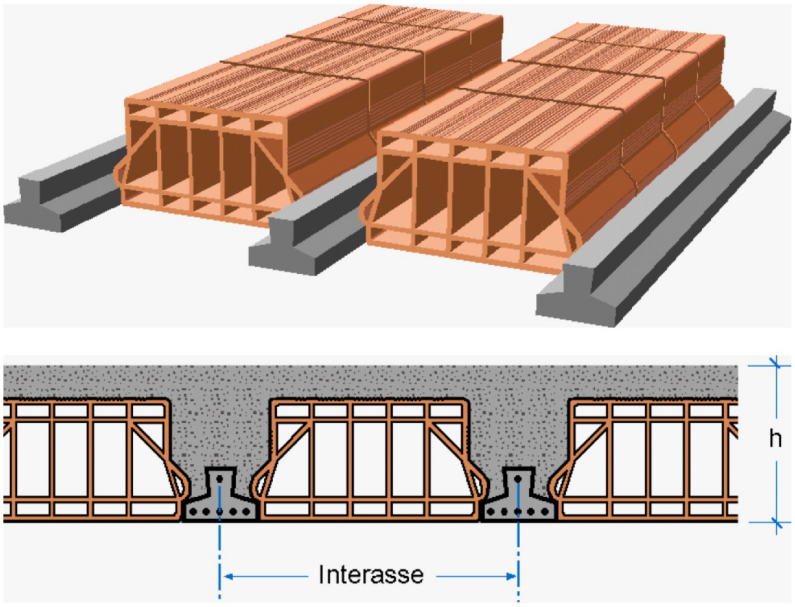


Figura 22.3 - Esempio di solaio con cemento armato, travetti in cemento armato e blocchi interposti[6]

18.2.1 Caratteristiche minime dei blocchi forati di laterizio

I blocchi forati di laterizio, sia collaboranti che non collaboranti, devono possedere deter
caratteristiche minime.

Il profilo delle pareti delimitanti le nervature di conglomerato da gettarsi in opera non deve pr
risvolti che ostacolino il deflusso del calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sc
minimi stabiliti. Nel caso si richieda ai blocchi il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si
impiegare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nerv
conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. Si devono adottare forme semplici, caratterizzate
rettilinei allineati, per lo più continui, particolarmente nella direzione orizzontale, con rap
spessore/lunghezza il più possibile uniforme. Speciale cura deve essere rivolta al controllo della int
blocchi, con particolare riferimento all'eventuale presenza di fessurazioni.

Le pareti esterne, sia orizzontali che verticali, devono avere uno spessore minimo di 8 mm. Le par
sia orizzontali che verticali, invece, devono avere uno spessore minimo di 7 mm. Tutte le int
dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm.
tra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione dei blocchi n
risultare superiore a $0{,}6 + 0{,}625 \cdot h$ (h è l'altezza del blocco in cm, $h \leq 32$ cm).

[6] fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.



Figura 22.4 - Esempio di blocco per solaio a travetti[7]



Figura 22.5 - Esempio di blocco per solaio gettato in opera[8]

18.2.2 Limiti d'accettazione dei blocchi di laterizio

Ogni fornitura di elementi in laterizio per solai deve essere accompagnata da una dichiarazione di co
attestante la rispondenza della fornitura ai limiti d'accettazione (fessure, scagliature, incisioni, ecc.
dalla tabella A della norma UNI 9730-2.
I difetti visibili come le protuberanze, le scagliature, le incisioni o le sbavature sono ammessi dal
UNI 9730-2, a condizione che non influiscano sulle caratteristiche meccaniche. In caso contrario dev
eseguita la prova a punzonamento o di resistenza a compressione nella direzione dei fori.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9730-1 *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione* .
UNI 9730-2 *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione* ;
UNI 9730-3 *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova*.

18.2.3 Caratteristiche fisico-meccaniche

I blocchi di entrambe le categorie (collaboranti e non collaboranti) devono garantire una resis
punzonamento o punzonamento-flessione (nel caso in cui siano del tipo interposto) per carico co

[7] http://www.wienerberger.it.
[8] http://www.wienerberger.it.

non minore di 1,50 kN. Il carico deve essere applicato su un'impronta quadrata di 50 mm di lato della superficie orizzontale superiore a cui corrisponde minore resistenza del blocco.
Per i blocchi collaboranti (categoria B), la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 30 N/mm² nella direzione dei fori, e di 15 N/mm² nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime di 30 mm · 120 mm · spessore, deve essere non minore di 10 N/mm².
Per i blocchi non collaboranti (categoria A), la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 15 N/mm² nella direzione dei fori, e di 7 N/mm² nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime di 30 mm · 120 mm · spessore, deve essere non minore di 7 N/mm².
Il modulo elastico del laterizio non deve essere superiore a 25 kN/mm².
Il coefficiente di dilatazione termica lineare del laterizio deve essere $\alpha \geq 6 \cdot 10^{-6}\,°C^{-1}$.
Il valore della dilatazione per umidità misurata secondo quanto stabilito nel capitolo 11 delle norme per le costruzioni, deve essere minore di 10^{-4}.

Solai misti di calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio
Possono utilizzarsi per realizzare i solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso anche blocchi diversi dal laterizio, con sola funzione di alleggerimento.
I blocchi in calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, polistirolo, resine plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc., devono essere dimensionalmente stabili e non deformabili, capaci di seguire le deformazioni del solaio.

18.3 Solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

I componenti dei solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso devono rispettare le norme di cui al paragrafo 4.1 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la corretta trasmissione delle deformazioni tra i componenti stessi accostati, sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. In assenza di soletta collaborante armata o in difformità rispetto alle prescrizioni delle specifiche tecniche europee, l'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Quando si voglia realizzare una ridistribuzione trasversale dei carichi, è necessario che il solaio composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistente principale. Qualora il componente venga integrato da un getto di completamento all'estradosso, questo deve avere uno spessore non inferiore a 40 mm ed essere dotato di una armatura di ripartizione a maglia incrociata. Inoltre bisogna verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi del componente e dei getti di completamento.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 13224 *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Elementi nervati per solai* ;
UNI EN 13747 *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Lastre per solai* ;
UNI EN 15037–1 *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Solai a travetti e blocchi. Parte 1: Travetti* .

18.4 Lo stoccaggio dei travetti

Il sollevamento dei travetti deve avvenire con cavi di acciaio o dispositivi a bilancia, provvisti di dispositivi di sicurezza, in grado di sopportare le sollecitazioni indotte dal peso dei manufatti, nel rispetto del POS.

Lo stoccaggio dei travetti deve essere eseguito disponendoli in cataste costituite da strati s poggianti su listelli di legno collocati sulla stessa verticale e in corrispondenza del vertice delle s traliccio. Il piano di posa delle cataste deve essere ben livellato e compattato.

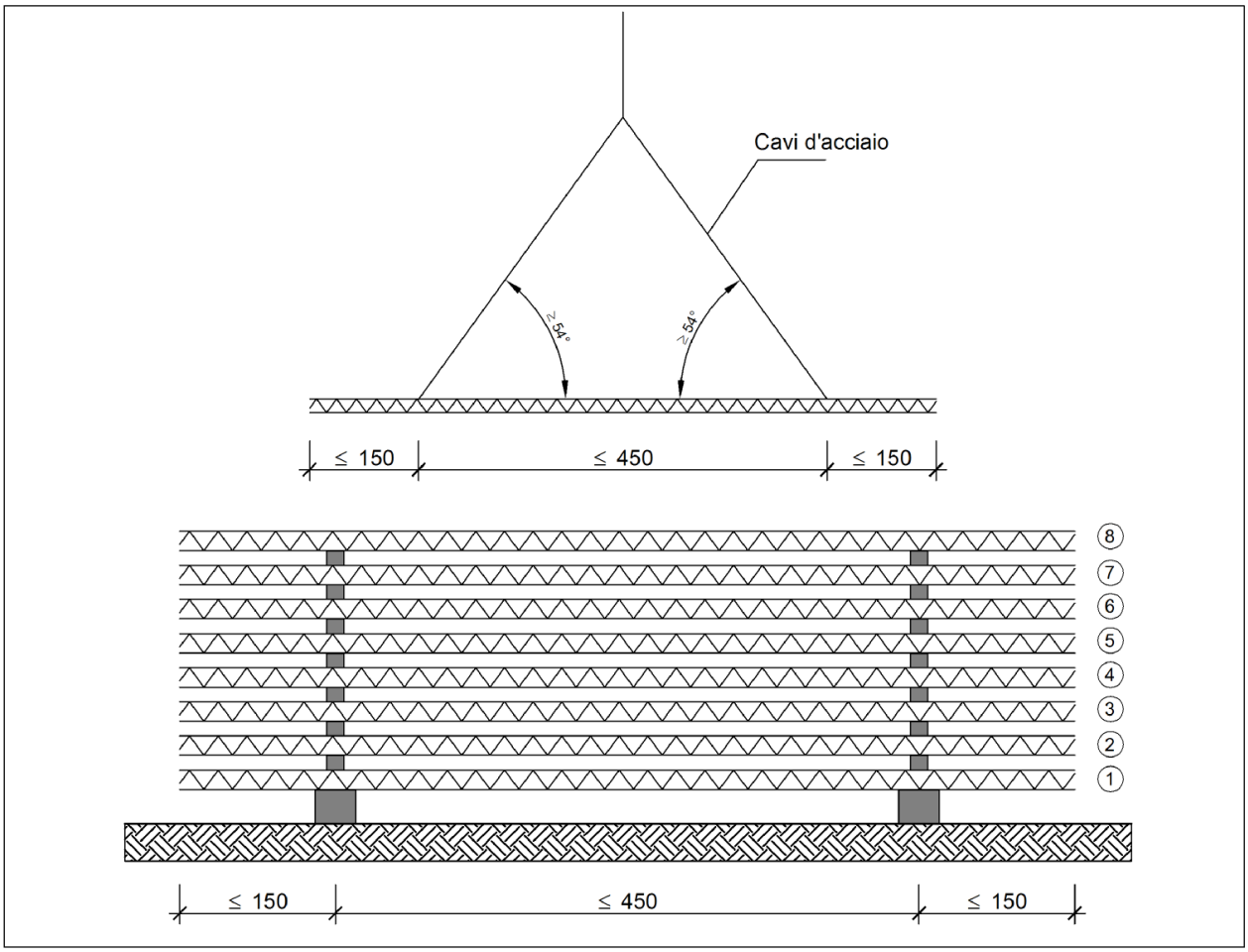


Figura 22.6 - Esempio di stoccaggio di travetti tralicciati

Art. 19. Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo

19.1 Generalità

Le strutture composte sono costituite da parti realizzate in acciaio per carpenteria e da parti rea calcestruzzo armato (normale o precompresso) rese collaboranti fra loro con un sistema di con appropriatamente dimensionato.

19.2 Acciaio

Per le caratteristiche degli acciai (strutturali, da lamiera grecata e da armatura) utilizzati nelle composte di acciaio e calcestruzzo si deve fare riferimento al paragrafo 11.3 delle nuove norme te le costruzioni.

Le prescrizioni generali relative alle saldature, di cui al suddetto paragrafo 11.3 delle norme tecnic costruzioni, si applicano integralmente. Particolari cautele dovranno adottarsi nella messa a pu

procedimenti di saldatura degli acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (per i c
farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5.
Per le procedure di saldatura dei connettori e il relativo controllo si può fare riferimento a no
consolidate.
Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve rispettare le prescrizioni di cui al paragrafo
delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

19.3 Calcestruzzo

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo devono risultare da prove eseguite in conform
indicazioni delle presenti norme sulle strutture di cemento armato ordinario o precompresso.
Nei calcoli statici non può essere considerata né una classe di resistenza del calcestruzzo inferiore
né una classe di resistenza superiore a C60/75. Per i calcestruzzi con aggregati leggeri, la cui densit
essere inferiore a 1800 kg/m^3), le classi limite sono LC20/22 e LC55/60.
Per classi di resistenza del calcestruzzo superiori a C45/55 e LC40/44 si richiede che prima dell'i
lavori venga eseguito uno studio adeguato e che la produzione segua specifiche procedure per il
qualità.
Qualora si preveda l'utilizzo di calcestruzzi con aggregati leggeri, bisogna considerare che i va
modulo di elasticità e dei coefficienti di viscosità, ritiro e dilatazione termica, dipendono dalle propr
aggregati utilizzati. Pertanto, i valori da utilizzare sono scelti in base alle proprietà del materiale spe
Nel caso si utilizzino elementi prefabbricati, si rinvia alle indicazioni specifiche delle presenti norme

Art. 20. Appoggi strutturali

20.1 Generalità

Gli appoggi strutturali sono dispositivi di vincolo utilizzati nelle strutture, nei ponti e negli edifi
scopo di trasmettere puntualmente carichi e vincolare determinati gradi di libertà di spostamento.
Gli appoggi strutturali, per i quali si applica quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 dell
norme tecniche per le costruzioni, devono essere conformi alle norme europee armonizzate della
EN 1337 e recare la marcatura CE. Si applica il sistema di attestazione della conformità 1. In aggiunta
quanto previsto al citato punto A del paragrafo 11.1 delle nuove norme tecniche per le costruzi
fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1337-1 *Appoggi strutturali. Regole generali di progetto* ;
UNI EN 1337-2 *Appoggi strutturali. Parte 2: Elementi di scorrimento* ;
UNI EN 1337-3 *Appoggi strutturali. Parte 3: Appoggi elastomerici* ;
UNI EN 1337-4 *Appoggi strutturali. Parte 4: Appoggi a rullo* ;
UNI EN 1337-5 *Appoggi strutturali. Parte 5: Appoggi a disco elastomerico* ;
UNI EN 1337-6 *Appoggi strutturali. Parte 6: Appoggi a contatto lineare* ;
UNI EN 1337-7 *Appoggi strutturali. Parte 7: Appoggi sferici e cilindrici di PTFE* ;
UNI EN 1337-8 *Appoggi strutturali. Parte 8: Guide e ritegni* ;
UNI EN 1337-9 *Appoggi strutturali. Protezione* ;
UNI EN 1337-10 *Appoggi strutturali. Parte 10: Ispezione e manutenzione* ;
UNI EN 1337-11 *Appoggi strutturali. Trasporto, immagazzinamento e installazione* .

20.2 Documentazione d'accompagnamento e prove d'accettazione

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare, nell'ambito delle proprie competenze, quanto sopra inc
rifiutare le eventuali forniture prive dell'attestato di conformità. Dovrà, inoltre, effettuare idonee
accettazione, che comprendano in ogni caso la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali,

valutazione delle principali caratteristiche meccaniche dei materiali componenti, al fine di verifi conformità degli appoggi a quanto richiesto per lo specifico progetto.

Art. 21. Dispositivi antisismici

21.1 Generalità

Per *dispositivi antisismici* si intendono gli elementi che contribuiscono a modificare la risposta sismica una struttura, per esempio incrementando il periodo fondamentale della struttura, modificando la f modi di vibrare fondamentali, incrementando la dissipazione di energia, limitando la forza trasm struttura e/o introducendo vincoli permanenti o temporanei che migliorano la risposta sismica.

21.2 Tipologie

In generale, le norme tecniche, individuano le seguenti tipologie di dispositivi:

– dispositivi di vincolo temporaneo, utilizzati per obbligare i movimenti in uno o più direzioni s modalità differenziate a seconda del tipo e dell'entità dell'azione.

Si distinguono in:

- dispositivi di vincolo del tipo cosiddetto *fusibile*, che impediscono i movimenti relativi fra le parti collegate sino al raggiungimento di una soglia di forza oltre la quale, al superamento della stessa, c tutti i movimenti. Abitualmente sono utilizzati per escludere il sistema di protezione sismica nelle c di servizio, consentendone il libero funzionamento durante il terremoto di progetto, senza modi comportamento;
- dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio, caratterizzati dalla capacità di solidarizzare gli elem collegano, in presenza di movimenti relativi rapidi quali quelli sismici, e di lasciarli liberi, o qu presenza di movimenti relativi lenti imposti o dovuti ad effetti termici.

– dispositivi dipendenti dallo spostamento, a loro volta suddivisi in:

- dispositivi a comportamento lineare, detti anche *isolatori lineari*, caratterizzati da un legame forza-spostamento sostanzialmente lineare, fino ad un dato livello di spostamento, con comportamento stabile per il cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla velocità. Nella fase di scarico non devono r spostamenti residui significativi;
- dispositivi a comportamento nonlineare, detti anche *isolatori non lineari*, caratterizzati da un legame forza-spostamento non lineare, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipender velocità.

– dispositivi dipendenti dalla velocità, detti anche *dispositivi a comportamento viscoso* o *viscosi*, caratterizzati dalla dipendenza della forza soltanto dalla velocità o da velocità e sposta contemporaneamente. Il loro funzionamento è basato sulle forze di reazione causate dal flusso di viscoso attraverso orifizi o sistemi di valvole;

– dispositivi di isolamento o *isolatori*, che svolgono fondamentalmente la funzione di sostegno dei carich verticali, con elevata rigidezza in direzione verticale e bassa rigidezza o resistenza in direzione or permettendo notevoli spostamenti orizzontali. A tale funzione possono essere associate quelle di dissipazione di energia, di ricentraggio del sistema, di vincolo laterale sotto carichi orizzontali di (non sismici). Essendo fondamentalmente degli apparecchi di appoggio, essi devono rispettare l norme per garantire la loro piena funzionalità rispetto alle azioni di servizio.

In generale, sono individuate anche le seguenti tipologie di isolatori:

- isolatori elastomerici, costituiti da strati alternati di materiale elastomerico (gomma naturale o artificiali idonei) e di acciaio, quest'ultimo con funzione di confinamento dell'elastomero, ris fortemente deformabili per carichi paralleli alla giacitura degli strati (carichi orizzontali);
- isolatori a scorrimento, costituiti da appoggi a scorrimento caratterizzati da bassi valori delle resi attrito.

Esistono, poi, dispositivi costituti da una combinazione delle precedenti categorie.

21.3 Procedure di qualificazione

I dispositivi antisismici devono essere sottoposti a procedure di qualificazione, con verifica della co ai requisiti funzionali dichiarati. Tali procedure hanno lo scopo di dimostrare che il dispositivo è in g mantenere la propria funzionalità nelle condizioni d'uso previste durante tutta la vita di progetto c comportare almeno le seguenti operazioni:

- dichiarazione della vita di servizio;
- dichiarazione della conservazione delle prestazioni del dispositivo durante la vita di servizio;
- dichiarazione delle caratteristiche meccaniche dei componenti del dispositivo;
- descrizione del comportamento sotto azione sismica;
- determinazione dei legami costitutivi del dispositivo mediante prove sperimentali;
- individuazione del modello costitutivo che descriva il comportamento del dispositivo in d condizioni di uso, incluse tutte le combinazioni di azioni previste dalle nuove norme tecniche costruzioni, che rappresenti correttamente i fenomeni fisici attesi nel funzionamento del dispos particolare sotto le azioni sismiche;
- prove di qualificazione.

In particolare, le caratteristiche tecniche da misurare e dichiarare sono indicate nel seguito per dispositivo.

Le caratteristiche dei dispositivi devono essere accertate mediante le prove sui materiali e sui c eseguite e certificate da laboratori ufficiali prove dotati di adeguata competenza, attrezz organizzazione. Tali laboratori devono essere incaricati dal produttore, previo nulla osta rilasci servizio tecnico centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le massime differenze tra le caratteristiche meccaniche ottenute nelle prove di qualificazione e i progetto o nelle normali condizioni d'uso, devono essere contenute entro limiti riferiti a va nell'ambito della fornitura, dell'invecchiamento, della temperatura e della frequenza di prova. In pa le differenze nell'ambito della fornitura, devono essere riferite ai valori di progetto. Le differenze all'invecchiamento, alla temperatura e alla frequenza di prova, invece, devono essere riferite ai va normali condizioni di utilizzo che derivano da prove condotte ad una temperatura di (23 ± 5)°C.

Il campo di temperatura di riferimento per valutare le variazioni è – 15C° ÷ + 45C°. Per opere part le quali le temperature prevedibili non rientrano nel suddetto intervallo, la sperimentazione verrà per campi di temperatura diversi da quelli di riferimento. Per dispositivi operanti in luoghi protett assumere un campo di temperatura ridotto in relazione ai valori estremi di temperatura ambientale.

Le differenze dovute alla frequenza di prova devono essere valutate nell'ambito di una variazio frequenza di almeno ± 30%, eccetto per i dispositivi il cui funzionamento dipende dalla velocità pe studio deve essere esteso ad un campo maggiore.

Se le azioni variabili fanno modificare, con processo ciclico, i regimi tensionali, deve essere va decadimento delle caratteristiche meccaniche per effetto della fatica.

Tutti i dispositivi devono avere una vita di servizio maggiore di dieci anni. Devono essere previst manutenzione e di sostituzione allo scadere della vita di servizio, senza significativi effetti sull'u strutture in cui sono installati.

Qualora non sia applicabile quanto specificato al punto A oppure al punto C del paragrafo 11.1 dell norme tecniche per le costruzioni, i dispositivi antisismici devono essere dotati di un atte qualificazione rilasciato dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblic attestato di qualificazione ha una validità di cinque anni.

L'elenco dei produttori e dei prodotti qualificati sarà reso disponibile presso il servizio tecnico cen Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

21.4 I documenti di accompagnamento delle forniture

I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi dell'attestato di confo
dell'attestato di qualificazione, della certificazione del processo di produzione, dei rapporti di pr
caratteristiche dichiarate dal produttore.

Capitolo 4
MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE

Art. 22. Gesso ed elementi in gesso

22.1 Generalità

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura c macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Deve presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterog alterato per estinzione spontanea.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI 5371 – *Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove* .

22.2 Fornitura e conservazione del gesso e degli elementi

Il gesso deve essere fornito in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produ qualità del gesso contenuto.
La conservazione dei sacchi di gesso deve essere effettuata in locali idonei e con tutti gli accorgime evitare degradazioni per umidità.

22.3 Lastre di gesso rivestito

Le lastre in gesso rivestito, prodotte in varie versioni, spessori e dimensioni, sono utilizzabi costruzione di pareti, contropareti e soffitti, e in generale, per le finiture d'interni. Le lastre rives costituite da un nucleo di gesso ottenuto delle rocce naturali. Il nucleo di gesso è rivestito da entr con fogli di speciale cartone, ricavato da carta riciclata. Le caratteristiche del cartone delle super variare in funzione dell'uso e del particolare tipo di lastra. Lo strato interno può contenere addi conferire ulteriori proprietà aggiuntive.
Le lastre di gesso rivestito possono essere fissate alle strutture portanti in profilati metallici autofilettanti, o alle strutture di legno con chiodi, oppure incollate al sottofondo con collanti a base c altri adesivi specifici. Esse possono essere anche usate per formare controsoffitti sospesi.
Le lastre di gesso rivestito dovranno essere rispondenti alle seguenti norme:
UNI 10718 – *Lastre di gesso rivestito. Definizioni, requisiti, metodi di prova* ;
UNI EN 520 – *Lastre di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova* ;
UNI 9154-1 – *Edilizia. Partizioni e rivestimenti interni. Guida per l'esecuzione mediante lastre di gesso rivestito su orditura metallica* ;
UNI EN 14195 – *Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova* .

22.4 Pannelli per controsoffitti

La controsoffittatura interna preferibilmente ispezionabile, deve essere realizzata con pannelli i alleggerito in classe 0 di reazione al fuoco, su struttura metallica a vista/seminascosta atta a gar resistenza al fuoco ..... (per esempio 120).
I pannelli devono avere colore bianco naturale, delle dimensioni di ..... mm (per esempio 600 m mm) e spessore ..... mm, con resistenza ad un tasso di umidità relativa dell'aria del 90%.
I pannelli devono garantire un coefficiente di fonoassorbimento = ... (1).
L'orditura metallica sarà realizzata con profili perimetrali a L e profili portanti a T in lamiera d'a zincata e preverniciata, fissata al solaio con idonei tasselli, viti, pendini e ganci a molla regolabili.

22.5 Blocchi di gesso per tramezzi

Il blocco di gesso è un elemento di costruzione ottenuto in fabbrica da solfato di calcio e acc
incorporare fibre, filler, aggregati e altri additivi, purché non siano classificati come sostanze peric
base alle normative europee, e può essere colorato mediante pigmentazione.
I blocchi di gesso conglomerato additivato possono essere di tipo pieno, multiforo o alveolato.
Le dimensioni dei singoli blocchi devono avere le seguenti tolleranze (UNI EN 12859):
- spessore: ± 0,5 mm;
- lunghezza: ± 5 mm;
- altezza: ± 2 mm.

Il contenuto medio di umidità dei blocchi di gesso, che deve essere misurato al momento della
dall'impianto, non deve superare il 6% e nessun valore singolo deve superare l'8%.
I blocchi di gesso devono essere chiaramente marcati sul blocco o sull'etichetta, oppure sull'imba
sulla bolla di consegna o sul certificato di accompagnamento dei blocchi, con le seguenti voci:
- riferimento alla norma (UNI EN 12859);
- nome, marchio commerciale o altri mezzi di identificazione del produttore del blocco di gesso;
- data di produzione;
- mezzi per l'identificazione dei blocchi di gesso in relazione alla loro designazione.

Le caratteristiche e le prestazioni dei blocchi di gesso a facce lisce, destinati principalmente alla co
di partizioni non portanti o rivestimenti per pareti indipendenti e alla protezione antincendio di colo
pozzi di ascensori, devono essere rispondenti alla norma UNI EN 12859 - *Blocchi di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

22.6 Leganti e intonaci a base di gesso

I leganti e gli intonaci a base di gesso dovranno essere conformi alle seguenti norme:
UNI EN 13279-1 *Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 1: Definizioni e requisiti* ;
UNI EN 13279-2 *Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 2: Metodi di prova* .

Art. 23. Calci idrauliche da costruzioni

Le calci da costruzione sono utilizzate come leganti per la preparazione di malte (da muratura e pe
interni ed esterni) e per la produzione di altri prodotti da costruzione. La norma UNI EN 459-1 classifica le
calci idrauliche nelle seguenti categorie e relative sigle di identificazione:
- calci idrauliche naturali (NHL): derivate esclusivamente da marne naturali o da calcari silicei, con semplice aggiunta di acqua per lo spegnimento;
- calci idrauliche naturali con materiali aggiunti (NHL-Z), uguali alle precedenti, cui vengono aggiunti sino al 20% in massa di materiali idraulicizzanti o pozzolane;
- calci idrauliche (HL), costituite prevalentemente da idrossido di Ca, silicati e alluminati di Ca, pro mediante miscelazione di materiali appropriati.

La resistenza a compressione della calce è indicata dal numero che segue dopo la sigla (NHL 2, NH NHL 5). La resistenza a compressione (in MPa) è quella ottenuta da un provino di malta dopo 28 stagionatura, secondo la norma UNI EN 459-2.
Le categorie di calci idrauliche NHL e HL sono quelle che in passato ha costituito la calce idraulica natural propriamente detta.
Il prodotto, che può essere fornito in sacchi o sfuso, deve essere accompagnato dalla docume rilasciata dal produttore.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 459-1 *Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità* ;
UNI EN 459-2 *Calci da costruzione. Metodi di prova* ;
UNI EN 459-3 *Calci da costruzione. Valutazione della conformità* .

Art. 24. Laterizi

24.1 Generalità

Si definiscono *laterizi* quei materiali artificiali da costruzione formati di argilla contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro e di carbonato di calcio, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, i quali, dopo asciugamento, verranno esposti a cottura in apposite fornaci, e dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 (norme per l'accettazione dei materiali laterizi) e alle vigenti UNI in merito.

24.2 Requisiti

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione devono possedere i seguenti requisiti:
- non presentare sassolini, noduli o altre impurità all'interno della massa;
- avere facce lisce e spigoli regolari;
- presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine e uniforme;
- dare, al colpo di martello, un suono chiaro;
- assorbire acqua per immersione;
- asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità;
- non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline;
- non screpolarsi al fuoco;
- avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

24.3 Controlli di accettazione

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della sup
della massa interna e alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, devon
sottoposti a prove fisiche e chimiche.
Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.
Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali e in
alcalini.
In casi speciali, può essere prescritta un'analisi chimica più o meno completa dei materiali, seg
procedimenti analitici più accreditati.
I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere anali
accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.
Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al R.D. 16 novembre
2233.

24.4 Elementi in laterizio per solai

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova
riferimento alle seguenti norme:
UNI 9730-1 *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione* ;
UNI 9730-2 *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione* ;
UNI 9730-3 *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova* .
Dovranno, inoltre, essere rispettate le norme tecniche di cui al punto 4.1.9 del D.M. 14 gennaio 200

24.5 Tavelle e tavelloni

Le tavelle sono elementi laterizi con due dimensioni prevalenti e con altezza minore o uguale a 4 cm
I tavelloni sono, invece, quegli elementi laterizi aventi due dimensioni prevalenti e altezza superio
(generalmente 6÷8 cm).

Per l'accettazione dimensionale delle tavelle e dei tavelloni si farà riferimento alle tolleranze pre
punto 4 della norma UNI 11128 - *Prodotti da costruzione di laterizio. Tavelloni, tavelle e tavelline. Terminologia, requisiti e metodi di prova* .
In riferimento alla citata norma, l'80% degli elementi sottoposti a prova deve resistere ad un carico
da 600 a 1200 N in funzione della lunghezza e dello spessore.
Gli elementi devono rispondere alla modalità di designazione prevista dalla UNI citata norma

Art. 25. Manufatti di pietre naturali o ricostruite

25.1 Generalità

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato. Le denominazioni commerciali devon
riferite a campioni, atlanti, ecc.
Per le prove da eseguire presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 si rima
prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (norme per l'accettazione delle pietre nat
costruzione), del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 (norme per l'accettazione dei mater
pavimentazione), e delle norme UNI vigenti.
I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevarsi dalle forniture esistenti in
devono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei
in relazione al tipo della pietra e all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

Tabella 29.1 - Valori indicativi di tenacità

Roccia	Tenacità
Calcare	1
Gneiss	1,20
Granito	1,50
Arenaria calcarea	1,50
Basalto	2,30
Arenaria silicea	2,60

Tabella 29.2 - Valori indicativi di resistenza a taglio

Roccia	Carico di rottura [MPa]
Arenarie	3-9
Calcare	5-11
Marmi	12
Granito	15
Porfido	16
Serpentini	18-34
Gneiss	22-31

25.2 Marmo

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente cost
minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).
A questa categoria appartengono:
- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri e i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastri calcarei;
- le serpentiniti;
- le oficalciti.

25.3 Granito

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).
A questa categoria appartengono:
- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline costituite da felspati sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione, come gneiss e serizzi.

25.4 Travertino

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decoraz costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

25.5 Pietra

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.
A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariatissima, non inseribili i classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:
- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento ecc.), e varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.). Al secondo gruppo, invece, appartengono spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, leucititi, ecc.).
Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazio conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI EN 12670.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 12670 *Pietre naturali. Terminologia* .

25.6 Requisiti d'accettazione

I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:
- appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi ad eventuali camp riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferi
- avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

Delle seguenti, ulteriori caratteristiche, il fornitore dichiarerà i valori medi (e i valori minimi dispersione percentuale):
- massa volumica reale e apparente, misurata secondo la norma UNI EN 1936;
- coefficiente dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica, misurato secondo la norma UNI EN 13755;
- resistenza a compressione uniassiale, misurata secondo la norma UNI EN 1926;
- resistenza a flessione a momento costante, misurata secondo la norma UNI EN 13161;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (struttur murature, pavimentazioni, coperture, ecc.), si rinvia agli appositi articoli del presente capitolat prescrizioni di progetto.
I valori dichiarati saranno accettati dalla direzione dei lavori anche in base ai criteri generali del capitolato speciale d'appalto.

UNI EN 12370 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali*;
UNI EN 12371 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza al gelo* ;
UNI EN 12372 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione sotto carico concentrato* ;
UNI EN 12407 *Metodi di prova per pietre naturali. Esame petrografico* ;
UNI EN 13161 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione a momento costante* ;
UNI EN 13364 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del carico di rottura in corrispondenza dei fori di fissaggio* ;
UNI EN 13373 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione delle caratteristiche geometriche degli elementi* ;
UNI EN 13755 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica* ;
UNI EN 13919 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento dovuto a SO2 in presenza di umidit* à;
UNI EN 14066 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento accelerato tramite shock termico* ;
UNI EN 14146 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del modulo di elasticità dinamico (tramite misurazione della frequenza fondamentale di risonanza)* ;
UNI EN 14147 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento mediante nebbia salina* ;
UNI EN 14157 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'abrasione* ;
UNI EN 14158 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'energia di rottura* ;
UNI EN 14205 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della durezza Knoop* ;
UNI EN 14231 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza allo scivolamento tramite l'apparecchiatura di prova a pendolo* ;
UNI EN 14579 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della velocità di propagazione del suono* ;
UNI EN 14580 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del modulo elastico statico* ;
UNI EN 14581 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del coefficiente di dilatazione lineare termica*;
UNI EN 1925 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità*;
UNI EN 1926 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a compressione uniassiale* ;
UNI EN 1936 *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della massa volumica reale e apparente e della porosità totale e aperta.*

25.7 Manufatti da lastre

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm. Si hanno prodotti:
- lastre refilate;
- listelli;
- modul marmo/modulgranito.

25.8 Manufatti in spessore

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm. seguenti prodotti:

- masselli;
- binderi;
- cordoni.

25.9 Manufatti a spacco e sfaldo

Tra i manufatti a spacco si indicano:
- cubetti di porfido;
- smolleri;
- lastre di ardesia;
- lastre di quarzite;
- lastre di serpentino;
- lastre di beola;
- lastre di arenaria.

Art. 26. Prodotti per pavimentazione e controsoffitti

26.1 Generalità. Definizioni

Si definiscono *prodotti per pavimentazione* quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'inter
sistema di pavimentazione.
I termini funzionali del sottosistema parziale "pavimentazione" e degli strati funzionali che lo comp
sono quelli definiti dalla norma UNI 7998, in particolare:
- rivestimento: strato di finitura;
- supporto: strato sottostante il rivestimento;
- suolo: strato di terreno avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- massicciata: strato avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- strato di scorrimento: strato di compensazione tra i vari strati contigui della pavimentazione;
- strato di impermeabilizzazione: strato atto a garantire alla pavimentazione la penetrazione di liqui
- strato di isolamento termico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di is
termico;
- stato di isolamento acustico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di is
acustico;
- strato portante: strato strutturale (come, ad esempio, il solaio) atto a resistere ai carichi trasm
pavimentazione;
- strato ripartitore: strato avente la funzione di trasmettere le sollecitazioni della pavimentazione
portante;
- strato di compensazione: strato avente la funzione di fissare la pavimentazione e di compensare
dislivelli.
Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei prodotti, può procedere ai controlli (anche par
campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle presc
contrattuali.

NORME DI RIFERIMENTO GENERALI

R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 – *Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione* ;
UNI 7998 – *Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia* ;
UNI 7999 – *Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti* .

NORME DI RIFERIMENTO PER RIVESTIMENTI RESILIENTI[9] PER PAVIMENTAZIONI

[9] Un rivestimento si definisce *resiliente* quando è capace di recuperare la forma iniziale fino ad un certo punto do
compressione (materiali plastici, gomma, sughero o linoleum).

UNI CEN/TS 14472-1 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità* ;
UNI CEN/TS 14472-2 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni* ;
UNI CEN/TS 14472-3 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti laminati per pavimentazioni* ;
UNI EN 1081 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica* ;
UNI EN 12103 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Supporti di agglomerato di sughero. Specifiche* ;
UNI EN 12104 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di sughero. Specifica* ;
UNI EN 12105 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione del contenuto di umidità degli agglomerati a base di sughero* ;
UNI EN 12455 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per supporti a base di sughero* ;
UNI EN 12466 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Vocabolario* ;
UNI EN 13893 *Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte* ;
UNI EN 1399 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura di sigaretta e di mozziconi di sigaretta* ;
UNI EN 14041 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali* ;
UNI EN 14085 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per pannelli da pavimento con posa a secco* ;
UNI EN 14565 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di polimeri termoplastici sintetici. Specifiche* ;
UNI CEN/TS 15398 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per i rivestimenti per pavimentazioni* ;
UNI CEN/TS 15398 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni* ;
UNI EN 1815 *Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica* ;
UNI EN 1818 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'azione di rotelle orientabili con carico pesante* ;
UNI EN 423 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla macchia* ;
UNI EN 424 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'effetto del movimento simulato dalla gamba di un mobile* ;
UNI EN 425 *Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni. Prova della sedia con ruote* ;
UNI EN 426 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della larghezza, lunghezza, rettilineità e planarità dei prodotti in rotoli* ;
UNI EN 427 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle* ;
UNI EN 428 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore totale* ;
UNI EN 429 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore degli strati* ;
UNI EN 430 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica* ;
UNI EN 431 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di adesione tra gli strati* ;
UNI EN 432 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di lacerazione* ;
UNI EN 433 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'impronta residua dopo l'applicazione di un carico statico* ;
UNI EN 434 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale e dell'incurvamento dopo esposizione al calore* ;
UNI EN 435 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della flessibilità* ;
UNI EN 436 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica* ;

UNI EN 660-1 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Prova di Stuttgart*;
UNI EN 660-2 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Parte 2: Prova di Frick-Taber*;
UNI EN 661 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della propagazione dell'acqua* ;
UNI EN 662 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'incurvamento per esposizione all'umidità*;
UNI EN 663 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della profondità convenzionale del rilievo*;
UNI EN 664 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della perdita di sostanze volatili* ;
UNI EN 665 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della essudazione dei plastificanti*;
UNI EN 666 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della gelatinizzazione* ;
UNI EN 669 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale delle piastrelle di linoleum dovuta a variazioni dell'umidità atmosferica* ;
UNI EN 670 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Identificazione del linoleum e determinazione del contenuto di cemento e della cenere residua* ;
UNI EN 672 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del sughero agglomerato*;
UNI EN 684 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza delle giunzioni* ;
UNI EN 685 – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione;*
UNI EN 686 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di schiuma*;
UNI EN 687 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di agglomerati compositi di sughero*;
UNI EN 688 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum* .

NORMA DI RIFERIMENTO PER LA POSA IN OPERA

UNI 10329 – *Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.*

26.2 Requisiti di accettazione

L'analisi dei requisiti dei prodotti per pavimentazioni deve essere condotta nel rispetto della norma UNI 7999. In patricolare, la pavimentazione dovrà resistere:
- alle forze agenti in direzione normale e tangenziale;
- alle azioni fisiche (variazioni di temperatura e umidità);
- all'azione dell'acqua (pressione, temperatura, durata del contatto, ecc.);
- ai fattori chimico-fisici (agenti chimici, detersivi, sostanze volatili);
- ai fattori elettrici (generazione di cariche elettriche);
- ai fattori biologici (insetti, muffe, batteri);
- ai fattori pirici (incendio, cadute di oggetti incandescenti, ecc.);
- ai fattori radioattivi (contaminazioni e alterazioni chimico fisiche).

Per effetto delle azioni sopraelencate, la pavimentazione non dovrà subire le alterazioni o i danneggiamenti indicati dalla norma UNI 7999, nello specifico:
- deformazioni;
- scheggiature;
- abrasioni;
- incisioni;
- variazioni di aspetto;
- variazioni di colore;

- variazioni dimensionali;
- vibrazioni;
- rumori non attenuati;
- assorbimento d'acqua;
- assorbimento di sostanze chimiche;
- assorbimento di sostanze detersive;
- emissione di odori;
- emissione di sostanze nocive.

26.3 Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione

I prodotti di legno per pavimentazione, quali tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.
I prodotti di cui sopra devono: essere dell'essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto e
Sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:
– qualità I:
- piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se diverso), purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto;
- imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 1 elementi.
– qualità II:
- piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;
- imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
- piccole fenditure;
- alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.
– qualità III:
- esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di meccanica);
- alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.
I prodotti in oggetto devono avere contenuto di umidità compreso tra il 10 e il 15%.
Le tolleranze sulle dimensioni e sulla finitura sono le seguenti:
- listoni: 1 mm sullo spessore, 2 mm sulla larghezza e 5 mm sulla lunghezza;
- tavolette: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- le facce a vista e i fianchi da accertare saranno lisci.
La resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta e altre caratteristiche, saranno n solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accom fornitura.
I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e al contenuto, alme caratteristiche di cui sopra.
Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni della norma UNI ISO 3810

26.4 Classificazione su metodo di formatura e assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto, conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere ass classificazione basata sul metodo di formatura mediante estrusione (metodo A) o pressatura (me temperatura ambiente o con altri processi produttivi (metodo C).

Il rivestimento deve essere vetroso e impermeabile ai liquidi. La superficie delle pistrelle non sma
essere levigata.
I tre gruppi di assorbimento d'acqua per le piastrelle pressate o estruse previste dalla norma UNI EN
14411 sono schematizzati nella tabella 30.1.

Tabella 30.1 - Assorbimento d'acqua delle piastrelle di ceramica

Assorbimento d'acqua E in %						
Basso assorbimento d'acqua		Medio assorbimento d'acqua				Alto assorbimento d'acqua
Gruppo BIa E ≤ 0,5%	Gruppo BIb 0,5% < E ≤ 3%	Gruppo AIIa 3% < E ≤ 6%	Gruppo AIIb 6% < E < 10%	Gruppo BIIa 3% < E ≤ 6%	Gruppo BIIb 6% < E ≤ 10%	Gruppo III E > 10%
Piastrelle pressate a secco		Piastrelle estruse		Piastrelle pressate		-

26.4.1 Imballaggi e indicazioni
Le piastrelle di ceramica devono essere contenute in appositi imballi che le proteggano da
meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
In applicazione della norma UNI EN 14411, le piastrelle di ceramica e/o i loro imballaggi devono riportare:
- il marchio del fabbricante e/o il marchio del venditore e il paese di origine;
- il marchio indicante la prima scelta;
- il tipo di piastrelle e il riferimento all'appendice della stessa norma UNI EN 14411;
- le dimensioni nominali e le dimensioni di fabbricazione, modulari (modulari);
- la natura della superficie, smaltata (smaltata).
In caso di piastrelle per pavimento devono essere riportati:
- i risultati ottenuti dalla prova di scivolosità;
- la classe di abrasione per le piastrelle smaltate.

26.4.2 Designazione
Le piastrelle di ceramica, come previsto dalla norma UNI EN 14411, devono essere designate riportando:
- il metodo di formatura;
- l'appendice della norma UNI EN 14411 che riguarda il gruppo specifico delle piastrelle;
- le dimensioni nominali e di fabbricazione, modulari (modulari);
- la natura della superficie: smaltata (smaltata).

26.5 Prodotti in gomma per pavimentazioni
I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle pr
date dal progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere alle prescrizioni seguenti:
- essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare
- avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura. In caso di contestazione, si farà riferi
norma UNI 8272-2.
Sulle dimensioni nominali e sull'ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:
- piastrelle: lunghezza e larghezza ± 0,3%, spessore ± 0,2 mm;
- rotoli: lunghezza ± 1%, larghezza ± 0,3%, spessore ± 0,2 mm;
- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione d
millimetri) e 0,0012;
- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.
- la durezza deve essere compresa tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
- la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm³
- la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello
rotoli;
- la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, allegato A3.1

- la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combust
deve originare contrasto di colore uguale oltre i limiti d'accettazione della norma UNI 8272-2. No
inoltre, ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a c
il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore olt
d'accettazione della norma UNI 8272-2;
- il controllo delle caratteristiche suddette si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla no
8272;
- i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche
atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa;
Il foglio di accompagnamento indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le informazioni di cui
sopraelencati.

26.5.1 Norme di riferimento

UNI 8272-1 *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Esame dell'aspetto* .
UNI 8272-2 *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione della costanza del colore*;
UNI 8272-6 *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione al supporto*;
UNI EN 12199 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma con rilievi omogenei ed eterogenei per pavimentazioni* ;
UNI EN 14521 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia per pavimentazioni con o senza supporto di schiuma con uno strato decorativo* ;
UNI EN 1816 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei con supporto di schiuma per pavimentazioni* ;
UNI EN 1817 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei per pavimentazioni* ;
UNI EN 1903 *Adesivi. Metodo di prova per adesivi per rivestimenti di plastica o di gomma di pavimentazioni o di pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali dopo invecchiamento accelerato* .

26.6 Prescrizioni per i prodotti base di policloruro di vinile

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e
atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
I prodotti di vinile, omogenei e non, e i tipi eventualmente caricati, devono rispondere alle prescriz
alle seguenti norme:
UNI EN 649 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica* ;
UNI EN 650 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica* ;
UNI EN 651 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica* ;
UNI EN 652 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero. Specifica* ;
UNI EN 653 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica* ;
UNI EN 654 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica*;
UNI EN 655 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica* ;

UNI EN 718– *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni* ;
UNI EN 13413 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti di pavimenti a base di policloruro di vinile su supporto di fibra minerale. Specifiche* ;
UNI EN 13553– *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni di polivinilcloruro per aree umide speciali – Specifiche* ;
UNI EN 13845 *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con resistenza avanzata allo scivolamento. Specifica.*

26.7 Prodotti di resina

I prodotti di resina (applicati fluidi o in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno realizzati:
- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti *autolivellanti* (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle pr progettuali.
I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori.
I metodi di accettazione sono quelli contenuti nella UNI 8298 (varie parti).

Tabella 30.2 - Caratteristiche significative dei prodotti di resina

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi [+ significativa; – non significativa]					
	I1	I2	F1	F2	A	S
Colore	-	-	+	+	+	-
Identificazione chimico-fisica	+	+	+	+	+	+
Spessore	-	-	+	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	-	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	-	+	+	+	+	+
Reazione al fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura della sigaretta	-	+	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento termico in aria	-	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei ripristini	-	-	+	+	+	+

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e c atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratterist avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

26.8 Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni, a seconda del tipo di prodotto, devono rispon prescrizioni progettuali e di quelle del presente capitolato speciale d'appalto.

26.9 Mattonelle di conglomerato cementizio

Le mattonelle di conglomerato cementizio potranno essere:
- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I suddetti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del R.D. 2234 del 16 novembre 1939, p
riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al trib
alle prescrizioni progettuali.
Le mattonelle di conglomerato cementizio sono particolarmente adatte per pavimentazione di i
balconi e di terrazze. Devono essere formate di due strati:
- strato inferiore, costituito di conglomerato cementizio;
- strato superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di
L'eventuale aggiunta di materie coloranti può anche essere limitata alla parte superficiale di logo
(spessore minimo = 0,2 cm).
Il peso delle mattonelle occorrenti per l'esecuzione di un metro quadrato di pavimentazione è di cir

26.9.1 Norme di riferimento

Le mattonelle di *conglomerato cementizio* dovranno rispondere alle seguenti norme:
UNI 2623 - *Mattonella quadrata di conglomerato cementizio* ;
UNI 2624 - *Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio* ;
UNI 2625 - *Mattonella esagonale di conglomerato cementizio* ;
UNI 2626 - *Marmette quadrate di conglomerato cementizio* ;
UNI 2627 - *Marmette rettangolari di conglomerato cementizio* ;
UNI 2628 - *Pietrini quadrati di conglomerato cementizio* .

26.10 Masselli di calcestruzzo

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro
dimensioni, colore e resistenza caratteristica. Per la terminologia delle parti componenti il massell
geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle pre
del progetto in mancanza e/o completamento, devono rispondere alle seguenti prescrizioni:
- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le to
dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo
e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza ± 15% per il singolo
e ± 10% sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15
singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricant
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza ± 5
singolo elemento e ± 3% per le medie;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm^2 per il singolo elemento e
maggiore di 60 N/mm^2 per la media;
I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall
sostanze sporcanti e da azioni meccaniche.
Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sop
istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

26.10.1 Norme di riferimento

I masselli in calcestruzzo dovranno rispondere alla seguente norma:
UNI EN 1338 - *Masselli di calcestruzzo per pavimentazione. Requisiti e metodi di prova* .

26.11 Prodotti in pietre naturali

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:
- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza ag
leganti);

- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali l cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore e indipendenti dal luogo di posa, s con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghez tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., si rimanda alla norma UNI 9379 (norma ritirata senza sostituzione).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, asp e a quanto prescritto nell'articolo sui prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolle disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale. Le last marmette, ecc., hanno tolleranza di 1 mm sulla larghezza e lunghezza e di 2 mm sullo spessore (p da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre e i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 1939 per quanto attiene al coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets e i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimen sicurezza e posa.

26.12 Mattonelle di asfalto

Le mattonelle di asfalto dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 223 quanto riguarda le caratteristiche di:

- resistenza all'urto: 4 N/m²
- resistenza alla flessione: 3 N/mm²
- coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso.

Dovranno, inoltre, rispondere alle seguenti prescrizioni sui bitumi:

- .....;
- .....

In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI applicabili.

I prodotti saranno forniti su apposite pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute meccanici, chimici e altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione, in genere prima della pos

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra, ol istruzioni per la posa.

26.13 Prove di accettazione dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle

Le prove da eseguire per accertare la qualità dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle s di resistenza alla rottura per urto, alla rottura per flessione, all'usura per attrito radente, all'usura pe sabbia, la prova di gelività e, per le mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo, an d'impronta.

Le prove d'urto, flessione e impronta vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore def media dei tre risultati più omogenei tra i quattro.

La prova di usura deve essere eseguita su due provini i cui risultati vengono mediati.

La prova di gelività deve essere effettuata su tre provini, e ciascuno di essi deve resistere al gel materiale sia considerato non gelivo.

Le prove devono essere eseguite presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

26.14 I prodotti tessili per pavimenti (moquettes)

Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive, e cioè:
- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivellato plurilivello, ecc.);
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, non tessuto).

L'appaltatore, qualora richiesto dal direttore dei lavori, per i prodotti dovrà fornire indicazioni circa:
- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione potranno essere richieste le seguenti caratteristi comportamento:
- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco;
-.....

I valori saranno quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori. Le modalità di p seguire in caso di contestazione sono quelle indicate nella UNI 8014 (varie parti).

I prodotti saranno forniti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmo altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il informativo deve indicare il nome del produttore, le caratteristiche e le istruzioni per la posa in oper

26.14.1 Norme di riferimento

In caso di contestazioni circa la qualità del materiale fornito dall'appaltatore, si farà riferimento alle norme:

UNI 8013-1 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione* ;
UNI 8014-1 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e dimensioni delle provette* ;
UNI 8014-2 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale*;
UNI 8014-3 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato d'utilizzazione* ;
UNI 8014-4 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica della parte utile dello strato di utilizzazione* ;
UNI 8014-5 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale*;
UNI 8014-6 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato d'utilizzazione* ;
UNI 8014-7 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato* ;
UNI 8014-8 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato* ;
UNI 8014-9 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico* ;
UNI 8014-10 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile* ;
UNI 8014-12 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio* ;

UNI 8014-13 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area* ;
UNI 8014-14 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti* ;
UNI 8014-15 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporcamento* ;
UNI 8014-16 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale)* .

26.15 Pavimentazioni sportive sintetiche

Le pavimentazioni sintetiche sportivep otranno essere costituite da:
- pavimentazione impermeabile realizzata in sito idonea sia per l'interno che per l'esterno, formata sintetiche, acriliche, altamente elastiche, colorate con additivi a base di ossidi metallici, miscelate i aggregati minerali di granulometria fine e controllata (quarzo sferoidale). L'impasto deve essere con racle a strati incrociati. In tal caso, il sottofondo idoneo può essere costituito da tappetino bi fillerizzato. Per l'esterno è necessario prevedere una pendenza lungo gli assi del campo dello 0,8 evitare il ristagno d'acqua;
- pavimentazione in resina poliuretanica autolivellante a due componenti, su supporto in teli prefab gomma. La finitura deve essere liscia e antisdrucciolo. La resistenza al fuoco deve appartenere alla Lo spessore totale deve essere compreso tra i 6 e i 20 mm. Il sottofondo idoneo deve essere c massetti in calcestruzzo lisciato con umidità residua inferiore al 3%;
- pavimentazione poliuretanica bicomponente elastica a spessore per la realizzazione di campi c bocce e aree ricreative.

26.15.1 Norme di riferimento

Per l'accettazione delle pavimentazioni sportive sintetiche si farà riferimento alle prescrizioni delle norme:
UNI 9547 – *Pavimentazioni sportive sintetiche per impianti di atletica leggera all'aperto. Progettazione, costruzione, caratteristiche, prove e manutenzione* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);
UNI 9549 – *Pavimentazioni sportive sintetiche. Determinazione della resistenza alle scarpe chiodate per atletica* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);
UNI 9550 – *Pavimentazioni sportive per atletica leggera. Determinazione della resistenza all'abrasione* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);
UNI 9551 – *Pavimentazioni sportive. Determinazione della resistenza allo scivolamento di una superficie per mezzo di un pendolo ad attrito* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);
UNI 9552 – *Pavimentazioni sportive. Determinazione della velocità di infiltrazione* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);
UNI EN 1177 – *Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova*.

26.16 Rivestimenti resinosi

Per l'accettazione dei rivestimenti resinosi si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI 8636 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche* ;
UNI 8297 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Terminologia* ;
UNI 8298-1 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto*:
UNI 8298-2 *Rivestimenti resinosi per pavimentazione. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico* ;
UNI 8298-3 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al punzonamento statico*;

UNI 8298-4 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza agli agenti chimici* ;
UNI 8298-5 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione del comportamento all'acqua* ;
UNI 8298-6 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria* ;
UNI 8298-7 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura da sigaretta*;
UNI 8298-8 *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa* ;
UNI 8298-9 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'abrasione* ;
UNI 8298-10 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica* ;
UNI 8298-11 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della reazione al fuoco e della non combustibilità* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);
UNI 8298-12 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dello spessore* ;
UNI 8298-13 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza meccanica dei ripristini* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);
UNI 8298-14 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio*;
UNI 8298-15 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente* ;
UNI 8298-16 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza allo scivolamento* ;
UNI EN 1177 *Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova* ;
UNI EN 1269 *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporcatura* ;
UNI EN 1307 *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo* .

26.17 Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucciolevole

Per *pavimentazione antisdrucciolevole* si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cu
coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Associatio
(B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori previsti dal D.M. n. 236/1989:
- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetti non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucida
protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.
Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) devono essere assunte in
condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.
Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavime
i sovraccarichi previsti, nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costitue
pavimentazione stessa.
Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, sti
materiali durevoli ed essere piani, con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm.
I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da un
2 cm di diametro.
I grigliati ad elementi paralleli devono, comunque, essere posti con gli elementi ortogonali alla dir
marcia.

26.18 Pavimenti sopraelevati

26.18.1 Generalità

Il sistema di pavimenti sopraelevati deve essere composto da una struttura metallica portante che compito di sostenere i pannelli del pavimento rialzato, che possono essere costituiti da:
- conglomerato di legno e resine a bassa emissione di formaldeide;
- materiale inerte (solfato di calcio) rinforzato con fibre di cellulosa ad alta resistenza meccanica;
- materiale composito formato dall'accoppiamento di un pannello in truciolare con un pannello di ine

26.18.2 Strutture di sostegno

Le strutture di sopraelevazione, adatte a sostenere ogni tipo di pannello modulare, si diversifi rispondere a varie esigenze progettuali, quali, per esempio, il carico da supportare, l'altezz sopraelevazione, la tenuta d'aria per il condizionamento, la continuità elettrica, la resistenza al fuoc
Le strutture portanti possono essere dei seguenti tipi:
- senza travette: strutture con colonnine in acciaio per pavimenti particolarmente bassi, consig sopraelevazioni comprese tra i …. e i…. mm, da fissare al pavimento con apposito mastice;
- con travette: strutture con colonnine in acciaio e travette aggredibili ad incastro. Adatte a medie sopraelevazione e particolarmente indicate per sistemi di condizionamento dal basso;
- in acciaio con travette da fissare con bullone: adatte ad altezze comprese tra i..... e i …. mm. La elettrica deve essere conforme alle norme vigenti in materia;
- strutture pesanti con travi tubolari passanti e travi tubolari di collegamento: sono fissate alle colo vite di pressione. Tale soluzione, consigliata in presenza di carichi gravosi e alte sopraelevazioni, g la continuità elettrica in ogni punto di traliccio portante.
La struttura portante del pavimento sopraelevato deve essere in grado di contrarsi e dilatarsi per e escursioni termiche senza causare danni al pavimento.

26.18.3 Pannelli di supporto

I pannelli di supporto dei pavimenti sopraelevati possono essere dei seguenti tipi:
- pannello ligneo costituito da un conglomerato di legno ad alta densità e resine leganti;
- pannello in materiale inerte in solfato di calcio costituito da gesso e fibre;
- pannello composito costituito da uno strato superiore in conglomerato di legno di 28 mm e da inferiore in solfato di calcio di 10 mm.
Il rivestimento superiore dei pannelli può essere in laminato, in linoleum, in vinile, in ceramica, in m in parquet, in marmo, in gomma o in granito. Il retro dei pannelli può prevedere anche una la alluminio, una lastra di acciaio zincato, un laminato o una vaschetta in acciaio.

26.18.4 Norme di riferimento

Per l'accettazione dei pavimenti sopraelevati modulari e i relativi componenti e accessori, si farà rif alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI EN 12825 *Pavimenti sopraelevati*;
UNI EN 1366-6 *Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi. Parte 6: Pavimenti sopraelevati e pavimenti cavi*.

26.19 Controsoffitti

26.19.1 Generalità

I controsoffitti sono strutture di finitura costituiti da elementi modulari leggeri prefabbricati, so strutture puntiformi e discontinue. Gli elementi di sostegno possono essere fissati direttamente al s esso appesi.
Lo strato di tamponamento può esserre realizzato con i seguenti elementi:
- doghe metalliche a giacitura orizzontale;
- lamelle a giacitura verticale;

- grigliati a giacitura verticale e orditura ortogonale;
- cassettoni costituiti da elementi a centina, nei materiali e colori previsti dalle indicazioni pro

esecutive riguardo alle caratteristiche meccaniche, chimiche, e fisiche.
Gli elementi dei controsoffitti non accettati dal direttore dei lavori per il manifestarsi di difetti di pr
o di posa in opera, dovranno essere dismessi e sostituiti dall'appaltatore. I prodotti devono rip
prescritta marcatura CE, in riferimento alla norma UNI EN 13964.
La posa in opera comprende anche l'eventuale onere di tagli, forature e formazione di sagome.
Il direttore dei lavori dovrà controllare la facile amovibilità degli elementi modulari dalla strut
distribuzione per le eventuali opere di manutenzione.

26.19.2 Elementi di sospensione e profili portanti

Gli organi di sospensione dei controsoffitti per solai in latero cemento armato possono essere realizzati con vari sistemi:
- fili metallici zincati;
- tiranti di ferro piatto con fori ovalizzati per la regolazione dell'altezza mediante viti;
- tiranti in ferro tondo o piatto.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati alle solette in cemento armato possono essere realizzati con:
- elementi in plastica incastrati nella soletta;
- guide d'ancoraggio;
- viti con tasselli o viti ad espansione.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati ai solai in lamiera d'acciaio possono essere realizza
- lamiere piane con occhielli punzonati;
- tasselli ribaltabili;
- tasselli trapezoidali collocati entro le nervature sagomate della lamiera.

I profili portanti i pannelli dei controsoffitti dovranno avere le caratteristiche tecniche indicate in pro
mancanza, si seguiranno le indicazioni del direttore dei lavori.
Gli eventuali elementi in legno per la struttura di sostegno del controsoffitto devono essere opport
trattati ai fini della prevenzione del loro deterioramento e imbarcamento.

26.19.3 Controsoffitti in pannelli di gesso

I controsoffitti in pannelli di gesso devono essere costituiti da lastre prefabbricate piane o
confezionate con impasto di gesso e aggiunta di fibre vegetali di tipo manila o fibre minerali. Event
possono essere impiegate anche perline di polistirolo per aumentarne la leggerezza.
Le caratteristiche dovranno rispondere alle prescrizioni progettuali. Tali tipi di controsoffitti posson
fissati mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallic
legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio secondo le prescrizioni progettuali, tramite pendini
staffe.
Il controsoffitto in pannelli di gesso di tipo tradizionale potrà essere sospeso mediante pendini co
filo metallico zincato, ancorato al soffitto esistente mediante tasselli o altro. Durante la collocazione
devono giuntate con gesso e fibra vegetale. Infine, dovranno essere stuccate le giunture a vista e
sospensione delle lastre.
Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli, e tra i pannelli e le p
locale. A posa ultimata le superfici dovranno risultare perfettamente lisce e prive di asperità.

26.19.4 Controsoffitti in lastre di cartongesso

I controsoffitti in cartongesso possono essere costituiti da lastre prefabbricate piane, confezio
impasto di gesso stabilizzato miscelato e additivato, rivestito su entrambi i lati da speciali fogli di c
caratteristiche devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

Tali tipi di controsoffitti devono fissati, mediante viti auto perforanti, ad una struttura costituita d orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio, secondo le pre progettuali, o tramite pendini a molla o staffe.
Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli, e tra i pannelli e le pa stanza. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce.

26.19.5 Controsoffitti in perline di legno
I controsoffitti in perline di legno con lati sagomati ad incastro, a maschio e femmina o a battuta, essere montati con chiodi nascosti nell'incastro o con ganci su correnti in legno.
Particolare attenzione deve essere posta alla ventilazione dell'intercapedine che si viene a formare, evitare ristagni di umidità.

26.19.6 Controsoffitti in pannelli di fibre minerali
I controsoffitti in pannelli di fibre minerali possono essere collocati su un doppio ordito di profili me T rovesciata, sospesi mediante pendini o staffe. I profilati metallici potranno essere a vista, semi nascosti, secondo le prescrizioni progettuali o le direttive del direttore dei lavori.

26.19.7 Norme di riferimento
UNI EN 13964 *Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova* ;
UNI EN 14246 *Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova* .

Art. 27. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

27.1 Caratteristiche
Si definiscono *prodotti per rivestimenti* quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento vertica (pareti, facciate) e orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti per rivestimenti si distinguon allo stato fisico, alla collocazione e alla collocazione nel sistema di rivestimento.
In riferimento allo stato fisico, tali prodotti possono essere:
- rigidi (rivestimenti in ceramica, pietra, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.).

In riferimento alla loro collocazione, si distinguono:
- prodotti per rivestimenti esterni;
- prodotti per rivestimenti interni.

Per ciò che concerne, infine, la collocazione dei prodotti nel sistema di rivestimento, si distinguono:
- prodotti di fondo;
- prodotti intermedi;
- prodotti di finitura.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su c della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa.

27.2 Prodotti rigidi. Rivestimenti murali

27.2.1 Piastrelle di ceramica
Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante l'istituzione dei marchi di ceramica artistica e trad e di ceramica di qualità, la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto.
Per qualunque altra indicazione o contestazione riguardante le piastrelle di ceramica, si riman prescrizioni delle norme UNI vigenti.

27.2.2 Lastre di pietra naturale

Per le lastre di pietra naturale valgono le indicazioni del progetto esecutivo circa le caratterist significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione di indicazioni progettuali criteri di accettazione generali indicati nell'art. 28. Devono essere, comunque, da prevedere gli incavi, fori, ecc., per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atm altro.

27.2.3 Elementi di metallo o materia plastica

Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto esecutivo.
Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) e alle azioni termoigrometrich quelle prescritte nelle norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure, in loro mancanza, valgono quelle dichiarate dal fabb accettate dalla direzione dei lavori.
Saranno, inoltre, predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.
Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc., le caratteristiche di resistenza all'usura, ai mutamenti ecc., saranno riferite ai materiali di rivestimento.
La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione e pro di rumore, tenuto anche conto dei sistemi di fissaggio al supporto.

27.2.4 Lastre di cartongesso

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso tra due fogli di cartone resistente e aderente.
In cartongesso si possono eseguire controsoffitti piani o sagomati, pareti divisorie che per l'alloggiamento di impianti tecnici e l'inserimento di materiali termo-acustici. Queste opere possono in classe 1 o classe 0 di reazione al fuoco, e REI 60'/ 90'/ 120'di resistenza al fuoco.
Il prodotto in lastre deve essere fissato con viti autofilettanti ad una struttura metallica in lamiera zincato. Nel caso di contropareti, invece, deve essere fissato direttamente sulla parete esistente tasselli, e le giunzioni devono essere sigillate e rasate con appositi materiali.
Per i requisiti d'accettazione si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

27.2.5 Lastre di fibrocemento ecologico

Il fibrocemento ecologico è composto da cemento e fibre organiche stabilizzate. I prodotti in fibr vengono ottenuti da una mescola composta da cemento, acqua, silice, cellulosa, fibre sintetiche. S le seguenti percentuali indicative di composizione:
- 40% legante (cemento Portland);
- 30% aria (pori);
- 12% acqua;
- 11% additivi (polvere calcarea, fibrocemento in polvere);
- 5% fibre di processo (cellulosa);
- % fibre di rinforzo (sintetiche organiche, alcool polivinilico, poliacrilonitrile).

Nell'impasto deve essere impiegato cemento Portland a granulometria fine, che abbia come carat indurimento rapido e presa lenta. Le varie fibre devono essere preparate e trattate con lo scopo di più possibile stabili.
Il prodotto deve essere indeformabile, flessibile, robusto e incombustibile, resistere a severe climatiche, agli urti e ad elevati sovraccarichi.
Per la posa in opera di lastre di fibrocemento ecologico ondulate si rimanda alle prescrizioni sui pro coperture discontinue. Le lastre per coperture possono essere di diverso tipo:
- lastre piane;
- lastre ondulate rette;

- lastre ondulate curve;
- lastre a greca.

Le lastre in fibrocemento ecologico per essere accettate devono possedere le seguenti caratteristich
- incombustibilità;
- elevata resistenza meccanica;
- imdeformabilità;
- elasticità e grande lavorabilità;
- fonoassorbenza;
- inputrescibilità e inattacabilità da parte di funghi e parassiti;
- impermeabilità all'acqua;
- permeabilità al vapore;
- elevata resistenza ai cicli gelo/disgelo;
- leggerezza;
- assenza di manutenzione.

27.2.6 Lastre di calcestruzzo

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo sui prodotti di calce con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) e agli elementi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.
Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima, si devono realizzare oppor di fissaggio e aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono, per quanto applicab via orientativa, le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

27.2.7 Norma di riferimento

UNI EN 12781 *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero.*

27.3 Prodotti flessibili. Rivestimenti murali

27.3.1 Carte da parati

Le carte da parati devono possedere i seguenti requisiti:
- rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- garantire resistenza meccanica e alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione);
- avere deformazioni dimensionali ad umido limitate;
- resistere alle variazioni di calore e, quando, richiesto avere resistenza ai lavaggi e reazione o re fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsat disegni, inversione dei singoli teli, ecc.

27.3.2 Rivestimenti tessili

I rivestimenti tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel paragrafo precedent adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità per la posa a ter

27.3.3 Rivestimento ignifugo

I rivestimenti con tessuti in fibra di vetro dovranno essere applicati su qualsiasi supporto, per problemi relativi ad intonaci irregolari, ruvidi o cavillati. Tali prodotti dovranno possedere una n resistenza meccanica agli urti e all'abrasione. Dovranno, inoltre, possedere caratteristiche ignifu essere omologati in classe 1 di reazione al fuoco, ai sensi del D.M. del 26 giugno 1984.
I tessuti vengono incollati sulla superficie trattata con speciali adesivi (escluso quelli appartenenti a 0) e, una volta asciutti, potranno essere tinteggiati con idonei prodotti.

27.3.4 Norme di riferimento

Per qualunque altra indicazione o contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI EN 233 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche delle carte da parati finite, dei fogli di vinile e dei fogli di plastica*;
UNI EN 234 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente*;
UNI EN 235 – *Rivestimenti murali in rotoli. Vocabolario e simboli*;
UNI EN 259 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali per uso intenso*;
UNI EN 266 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili*;
UNI EN 12149 – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide*;
UNI EN 13085 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero.*

27.4 Prodotti fluidi o in pasta

27.4.1 Intonaci

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce, c
gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed, eventualmente, da pigmen
coloranti, additivi e rinforzanti.
Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, oltre alle seguenti p
- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- proprietà ignifughe;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto.

Per i prodotti forniti premiscelati è richiesta la rispondenza a norme UNI. Per gli altri prodotti va
valori dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9727 – *Prodotti per la pulizia (chimica) di rivestimenti (lapidei e intonaci). Criteri per l'informazione tecnica*;
UNI 9728 – *Prodotti protettivi per rivestimento costituiti da lapidei e intonaci. Criteri per l'informazione tecnica*.

Armatura degli intonaci interni

Gli intonaci interni ed esterni per prevenire la formazione di crepe e fessurazioni causate da assesta
supporti sottostanti (mattoni, blocchi alleggeriti o prefabbricati, ecc.) e da agenti esterni dovran
armati con rete in fibra di vetro o in polipropilene, nella maglia indicata nei disegni esecutivi
direzione dei lavori. La rete deve essere chimicamente inattaccabile da tutte le miscele, sopr
ambienti chimici aggressivi.
La larghezza della maglia dovrà essere proporzionale alla granulometria degli intonaci. Le maglie pi
ben si adattano a intonaci più grezzi, quelle più strette agli intonaci fini.
L'applicazione della rete si eseguirà su un primo strato di intonaco ancora fresco, sovrapponendo
circa 10 cm e successivamente all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di
completamente la rete.

27.4.2 Prodotti vernicianti

I prodotti vernicianti devono essere applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o s
da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellic
strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:
- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola e hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm cir
colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.
I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche, in funzio
prestazioni loro richieste:
- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO_2;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.
I limiti di accettazione saranno quelli progettuali o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante e
dalla direzione dei lavori.

Art. 28. Vernici, smalti, pitture, ecc.

28.1 Generalità

I contenitori originali delle vernici e delle pitture devono rimanere sigillati in cantiere fino al m
dell'impiego dei prodotti contenuti. Quando una parte di vernice viene estratta, i contenitori devo
richiusi con il loro coperchio originale. Lo stato e la sigillatura dei contenitori devono essere so
all'esame del direttore dei lavori. La stessa verifica deve essere attuata al momento dell'ape
contenitori, per controllare lo stato delle vernici o delle pitture.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore ai
verifica della corretta preparazione e applicazione. Le schede dovranno essere formalmente trasm
direzione dei lavori.

28.2 Vernici protettive antiruggine

Le vernici antiruggine su superfici non zincate devono essere a base di zinco, minio oleofenolico o c

28.3 Smalti

Gli smalti devono possedere buone caratteristiche di copertura, distensione e adesione, stabilità c
resistenza elevata alle condizioni atmosferiche esterne che generalmente possono verificarsi nella
devono essere impiegati.

28.4 Diluenti

I diluenti da impiegarsi devono essere del tipo prescritto dal produttore delle vernici e degli smalti
In ogni caso, devono essere di tipo e composizione tale da non alterare né sminuire minima
caratteristiche del prodotto da diluire.

28.5 Idropitture a base di cemento

Le idropitture a base di cemento devono essere preparate a base di cemento bianco, con l'incorpor
pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%.
La preparazione della miscela deve essere effettuata secondo le prescrizioni della ditta produttrice,
nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

28.6 Idropitture lavabili

Devono essere a base di resine sintetiche con composizione adatta per gli impieghi specifici, rispet
per interno o per esterno.
Trascorsi 15 giorni dall'applicazione, devono essere completamente lavabili senza dar lu
rammollimenti dello strato, alterazioni della tonalità del colore o altri deterioramenti apprezzabili.

28.7 Latte di calce

Il latte di calce deve essere preparato con grassello di calce dolce mediante la diluizione in acqu
sotto continuo rimescolamento. Non è consentito l'impiego di calce idrata. Prima dell'impiego, il
calce deve essere lasciato riposare per circa otto ore.

28.8 Tinte a colla e per fissativi

La colla da usarsi per la preparazione delle tinte a colla e per fissativo deve essere a base di a
polivinile.
La diluizione deve essere fatta nelle proporzioni suggerite dal produttore.

28.9 Coloranti e colori minerali

I coloranti per la preparazione di tinte a calce o a colla devono essere di natura minerale, cioè fo
ossidi o da sali metallici, sia naturali che artificiali, opportunamente lavorati in modo da ottenere la
omogeneità e finezza del prodotto.

28.10 Stucchi

Gli stucchi per la regolarizzazione delle superfici da verniciare devono avere composizione
permettere la successiva applicazione di prodotti verniciati sintetici. Devono, inoltre, avere consis
da essere facilmente applicabili, aderire perfettamente alla superficie su cui sono applicati,ed essicc
dar luogo a screpolature, arricciature o strappi. Dopo l'essicazione, gli stucchi devono avere
adeguata all'impiego cui sono destinati.

28.11 Norme di riferimento

UNI 10997 – *Edilizia. Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione con sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura ed impregnazione superficiale. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione* ;
UNI 8681 – *Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura e impregnazione superficiale. Criteri generali di classificazione* ;
UNI 8755 – *Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione* ;
UNI 8756 – *Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova* ;
UNI 8757 – *Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica* ;
UNI 8758 – *Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica* ;
UNI EN 1062-1 *Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 1: Classificazione*;
UNI EN 1062-3 – *Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida* ;
UNI EN 1062-6 *Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica* ;
UNI EN 1062-7 *Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura* ;

UNI EN 1062-11 *Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Metodi di condizionamento prima delle prove* ;
UNI EN 13300 *Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni. Classificazione* ;
UNI EN 927-1 *Prodotti vernicianti. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Classificazione e selezione* ;
UNI EN 927-2 *Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 2: Specifica delle prestazioni* ;
UNI EN 927-3 *Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 3: Prova d'invecchiamento naturale* ;
UNI EN 927-5 *Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 5: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida* ;
UNI EN 927-6 *Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 6: Esposizione di rivestimenti per legno all'invecchiamento artificiale utilizzando lampade fluorescenti e acqua*;
UNI EN ISO 12944-1 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale* ;
UNI EN ISO 12944-2 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti* ;
UNI EN ISO 12944-3 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione* ;
UNI EN ISO 12944-4 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione* ;
UNI EN ISO 12944-5 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva* ;
UNI 10527 *Prodotti vernicianti. Preparazione dei supporti di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti similari. Prove per valutare la pulizia delle superfici. Prova in campo per prodotti solubili di corrosione del ferro* ;
UNI 10560 *Prodotti vernicianti Pitture murali in emulsione per interno. Resistenza al lavaggio. Metodo della spazzola*;
UNI 11272 *Pitture e vernici. Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata per rivestimenti ottenuti con prodotti vernicianti* ;
UNI 8305 *Prodotti vernicianti. Esame preliminare e preparazione dei campioni per il collaudo* ;
UNI 8405 *Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del colore in massa dei pigmenti* ;
UNI 8406 *Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del tono in diluizione e del potere colorante dei pigmenti* ;
UNI 8901 *Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'urto* .

Art. 29. Sigillanti, adesivi e geotessili

29.1 Sigillanti

Si definiscono *sigillanti* i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elem
edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione
all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relati
destinazione d'uso, i sigillanti si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:
- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del su
quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadiment
caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;

- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambie
destinazione.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI ISO 11600 *Edilizia. Sigillanti. Classificazione e requisiti* .

29.2 Adesivi

Si definiscono *adesivi* i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc., dovute all'ambiente e alla destinazione d'u
Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti, o p
e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).
Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.
Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si i
forniti con le seguenti caratteristiche:
- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimen
caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'am
destinazione;
- proprietà meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

29.2.1 Adesivi per piastrelle

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqu
dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto
ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lascia
per qualche minuto.
Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola d
passaggi sia orizzontali che verticali.
Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di ma
insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non
opera a temperature inferiori a + 5°C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbent
norma inumidire la superficie prima della stesura.
Il prodotto dovrà possedere i seguenti parametri meccanici:
- resistenza a compressione (N/mm²);
- resistenza a flessione (N/mm²);
- resistenza allo strappo (adesione) (N/mm²).

Norme di riferimento

UNI EN 12002 *Adesivi per piastrelle. Determinazione della deformazione trasversale di adesivi sigillanti e cementizi* ;
UNI EN 12003 *Adesivi per piastrelle. Determinazione della resistenza al taglio degli adesivi reattivi con resina* ;
UNI EN 12004 *Adesivi per piastrelle. Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione* ;
UNI EN 12808-1 *Adesivi e sigillanti per piastrelle. Determinazione della resistenza chimica di malte reattive con resina* ;
UNI EN 1323 *Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove* ;
UNI EN 1324 *Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione* ;
UNI EN 1308 *Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento* ;
UNI EN 1346 *Adesivi per piastrelle. Determinazione del tempo aperto* ;

UNI EN 1347 – *Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante* ;
UNI EN 1348 – *Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi* .

29.2.2 Adesivi per rivestimenti ceramici

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqu dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lascia per qualche minuto.
Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola d passaggi sia orizzontali che verticali.
Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di ma insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non opera a temperature inferiori a + 5°C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbent norma inumidire la superficie prima della stesura.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 10110 – *Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del potere di ritenzione d'acqua della pasta*;
UNI 10111 – *Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione della granulometria della polvere* ;
UNI EN 1245 – *Adesivi - Determinazione del pH. Metodo di prova* ;
UNI 10113 – *Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco* ;
UNI 9446 – *Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici* .

29.2.3 Metodi di prova

In luogo delle certificazioni di prova, l'appaltatore potrà fornire la certificazione rilasciata dal pro previa accettazione della direzione dei lavori.
I metodi di prova sui requisiti degli adesivi dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:
UNI EN 828 – *Adesivi. Bagnabilità. Determinazione mediante misurazione dell'angolo di contatto e della tensione superficiale critica della superficie solida* ;
UNI EN ISO 15605 – *Adesivi. Campionamento* ;
UNI EN 924 – *Adesivi. Adesivi con e senza solvente. Determinazione del punto di infiammabilità* ;
UNI EN 1067 – *Adesivi. Esame e preparazione di campioni per le prove* ;
UNI EN 1465 – *Adesivi. Determinazione della resistenza al taglio per trazione di assemblaggi a due substrati rigidi incollati* ;
UNI EN 1841 – *Adesivi. Metodi di prova degli adesivi per rivestimenti di pavimentazione e pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali di un rivestimento per pavimentazione in linoleum a contatto con un adesivo* ;
UNI EN 12092 – *Adesivi. Determinazione della viscosità* ;
UNI 9059 – *Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche* ;
UNI EN 1238 – *Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento di adesivi termoplastici (metodo biglia e anello)* ;
UNI 9446 – *Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici* ;
UNI EN 1721 – *Adesivi per carta e cartone, imballaggio e prodotti sanitari monouso. Misurazione dell'adesività di prodotti autoadesivi. Determinazione dell'adesività mediante una sfera rotolante* ;
UNI 9591 – *Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (PVC) su legno* ;

UNI 9594 – *Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione*;
UNI 9595 – *Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione*;
UNI 9752 – *Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell'angolo di contatto*;
UNI EN 26922 – *Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa* ;
UNI EN 28510–1 – *Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90°* ;
UNI EN 28510–2 – *Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°* ;
UNI EN ISO 9142 – *Adesivi. Guida alla selezione di condizioni normalizzate di laboratorio per prove di invecchiamento di giunti incollati* ;
UNI EN ISO 9653 – *Adesivi. Metodo di prova per la resistenza al taglio di giunti adesivi* .

29.3 Geotessili

Si definiscono *geotessili* i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtra drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) e in coperture. La natura del costituente è …….. (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).
Si distinguono in:
- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con tra meccanico (agugliatura), chimico (impregnazione), oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti o fiocco o da filamento continuo.

I geotessili sono caratterizzati da:
- filamento continuo (o da fiocco);
- trattamento legante meccanico (o chimico o termico);
- peso unitario di ……..

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità. In loro mancanza, i valori dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

29.3.1 Geotessili. Norme di riferimento

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguen
UNI EN ISO 13433 – *Geosintetici. Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono);*
UNI EN ISO 9863–2 – *Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite. Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato* ;
UNI EN ISO 10319 – *Geotessili. Prova di trazione a banda larga* ;
UNI EN ISO 10321 – *Geosintetici. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture* ;
UNI EN 12447 – *Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi*;
UNI EN 12224 – *Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici* ;
UNI EN 12225 – *Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interramento* ;
UNI EN 12226 – *Geotessili e prodotti affini. Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità* ;
UNI EN ISO 12236 – *Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo CBR)*;
UNI EN ISO 13438 – *Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione*.

29.3.2 Nontessuti. Norme di riferimento

Per quanto non espressamente indicato per i nontessuti si rimanda alle prescrizione delle seguenti n
UNI EN 29092 *Tessili. Nontessuti. Definizione* .
UNI 8279-1 *Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento* ;
UNI 8279-3 *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria* ;
UNI 8279-4 *Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab)* ;
UNI EN ISO 9073-2 *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione dello spessore* ;
UNI EN ISO 9073-6 *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Parte 6: Assorbimento* ;
UNI 8279-11 *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera*;
UNI 8279-12 *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo* ;
UNI 8279-13 *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua*;
UNI 8279-14 *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione)* ;
UNI SPERIMENTALE 8279-16 *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia)*;
UNI 8279-17 *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della stabilità agli agenti atmosferici artificiali*;
UNI EN 29073-1 *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica* ;
UNI EN 29073-3 *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento* .

Art. 30. Prodotti e materiali per partizioni interne e pareti esterne

Definizioni

Le partizioni interne ed esterne dell'edificio con riferimento alla norma UNI 8290-1 si possono classificare in tre livelli:
– partizioni interne verticali:
- pareti interne verticali;
- infissi interni verticali;
- elementi di protezione.
– partizioni interne orizzontali:
- solai;
- soppalchi;
- infissi interni orizzontali.
– partizioni interne inclinate:
- scale interne;
- rampe interne.

Le partizioni esterne dell'edificio si possono classificare in:
– partizione interne verticali:
- elementi di protezione;
- elementi di separazione.
– partizioni esterne orizzontali:
- balconi/logge;
- passerelle.
– partizioni esterne inclinate:
- scale esterne;
- rampe interne.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei materiali per la realizzazione dei i principal funzionali di queste parti di edificio, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fo oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Ne contestazione, si intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valuta risultati, sono quelli indicati nelle norme UNI, e, in mancanza di questi, quelli descritti nella let tecnica.

30.1.1 Pareti interne verticali

Le pareti interne verticali possono essere costituite da strutture continue, rigide e opache, oppure c trasparenti; inoltre, possono essere fisse o spostabili. Le pareti devono supportare gli infissi inte porte, sportelli, sopraluci, ecc. Le pareti verticali possono essere costituite dai seguenti componenti
- elemento di parete (muratura, pannello ecc.), costituito da uno o più strati;
- zoccolino battiscopa (gres, plastica, legno ecc.), elemento di raccordo tra la parete e il pavimento
- giunto laterale verticale, elemento di raccordo con la struttura portante;
- giunto superiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio superiore;
- giunto inferiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio inferiore;
- sopralzo, elemento di parete collocato ad altezza superiore a quella delle porte;
- fascia di aggiustaggio, superiore o laterale, elemento con funzioni di raccordo rispetto alle strut partizioni o agli elementi tecnici;
- infisso interno verticale (porta, passacarte, sportello, sopraluce, sovraporta, telaio vetrato).

Le pareti interne devono possedere i seguenti requisiti:
- spessore totale compreso rifiniture: ……cm;
- isolamento termico: ……k;
- isolamento acustico: …… dB;
- resistenza al fuoco: ……REI: ……;
- reazione al fuoco: …… classe: …….

30.1.2 Norme di riferimento

UNI 8087 - *Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti* ;
UNI PROVVISORIA 9269 - *Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti.*
UNI 8290-1 - *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia* ;
UNI 8290-2 - *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti* ;
UNI 8290-3 - *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti* ;
UNI 7960 - *Edilizia residenziale. Partizioni interne. Terminologia* ;
UNI 8326 - *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi* ;
UNI 8327 - *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento* ;
UNI 10700 - *Partizioni interne. Pareti interne mobili. Terminologia e classificazione* ;
UNI 10815 - *Pareti interne mobili. Attrezzabilità per impianti tecnici. Criteri generali* ;
UNI 10816 - *Pareti interne mobili. Attrezzabilità con equipaggiamenti di servizio. Criteri generali* ;
UNI 10817 - *Pareti interne mobili. Collegamenti di messa a terra. Requisiti e verifica* ;
UNI 10820 - *Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti* ;
UNI 10879 - *Pareti interne mobili. Prova di resistenza ai carichi sospesi e orizzontali* ;
UNI 10880 - *Pareti interne mobili. Requisiti e metodi di prova di resistenza agli urti* ;
UNI 11004 - *Partizioni interne. Pareti interne mobili. Tipologie significative per la determinazione del potere fono-isolante* ;
UNI 8201 - *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza agli urti da corpo molle e duro* ;
UNI 8326 - *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi* ;
UNI 8327 - *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento* ;

UNI EN 13084-6 *Camini strutturalmente indipendenti. Parte 6: Pareti interne di acciaio. Progettazione e costruzione*;
UNI EN 13084-7 *Camini strutturalmente indipendenti. Parte 7: Specifiche di prodotto applicabili ad elementi cilindrici di acciaio da utilizzare per camini di acciaio a parete singola e per pareti interne di acciaio*;
UNI EN 438-7 *Laminati decorativi ad alta pressione (HPL). Pannelli a base di resine termoindurenti (generalmente chiamati laminati). Parte 7: Laminati stratificati e pannelli compositi HPL per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti;*
UNI EN 594 *Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno*;
UNI EN 596 *Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno*;
UNI 10386 *Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli compositi con anima di poliuretano espanso rigido e paramenti rigidi per coperture, pareti perimetrali verticali esterne e di partizione interna. Tipi, requisiti e prove*.

30.2 Prodotti a base di laterizio, di calcestruzzo alleggerito, ecc.
I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale ma unican chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutiv completamento, alle seguenti prescrizioni:
- gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale n alleggerito devono rispondere alla norma UNI EN 771-1;
- gli elementi di calcestruzzo alleggerito, 1200 ≤ 1400 kg/m³, devono rispondere alla norma UNI EN 771-3;
- gli elementi di silicato di calcio devono rispondere alla norma UNI EN 771-2;
- gli elementi di pietra naturale devono rispondere alla norma UNI EN 771-6;
- gli elementi di pietra agglomerata devono rispondere alla norma UNI EN 771-5.
L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede rilasciate dal produttore.

30.2.1 Norme di riferimento
UNI EN 771-1 *Specifica per elementi per muratura. Parte 1: Elementi per muratura di laterizio*;
UNI EN 771-2 *Specifica per elementi di muratura. Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio*;
UNI EN 771-3 *Specifica per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri)*;
UNI EN 771-4 *Specifica per elementi di muratura. Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato*;
UNI EN 771-5 *Specifica per elementi di muratura. Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata*;
UNI EN 771-6 *Specifica per elementi di muratura. Parte 6: Elementi di muratura di pietra naturale*.

30.2.2 Isolamento acustico dei divisori
L'isolamento acustico dei divisori in laterizio deve essere assicurato mediante:
- rivestimento esterno con apposito pannello dello spessore non inferiore a ……., nel rispetto del D. dicembre 1997. I pannelli devono essere applicati a secco e fissati con tasselli ad espansione, in almeno quattro tasselli per metro quadrato. Il rivestimento esterno deve essere in lastre di cartong
- isolamento in intercapedine con prodotto in lana di legno di abete mineralizzata legata con Portland e rivestimento esterno in lastre di cartongesso.

30.3 Prodotti e componenti per facciate continue

I prodotti e i componenti per facciate continue dovranno rispondere, oltreché alle prescrizioni del esecutivo, anche alle seguenti ulteriori prescrizioni:
- gli elementi dell'ossatura devono possedere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle di pr modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, struttura portante, resistere alle corrosioni e azioni chimiche dell'ambiente esterno e interno;
- gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere fissati alle strutture portant resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, pioggia, urti, ecc.), termoigrometriche dell'ambiente chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili e i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte st questo capitolato speciale;
- i rivestimenti ceramici e simili devono essere inassorbenti e resistenti all'usura, all'abrasione, agl chimici e alla flessione. Devono, inoltre, essere di facile pulizia e manutenzione;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare e integrare le prestazioni dei pannelli e sigillate con prodotti adeguati.

L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede rilasciate dal produttore.

30.4 Prodotti a base di cartongesso

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, in alle prescrizioni seguenti:
- spessore con tolleranza di ± 0,5 mm;
- lunghezza e larghezza con tolleranza di ± 2 mm;
- resistenza all'impronta, all'urto e alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio);
- basso assorbimento d'acqua;
- bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore);
- resistenza all'incendio dichiarata;
- isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo e, in loro mancanza, quelli dich produttore e approvati dalla direzione dei lavori.

30.5 Blocchi di gesso

I blocchi in gesso pieni o forati per la formazione di pareti verticali per evitare in futuro rigonfia danni dovuti all'elevata umidità relativa o al contatto con acqua, devono essere collocati predisposizione di una guaina impermeabile collocata a livello del pavimento al fine di evitare la dell'umidità.
In mancanza di norme italiane specifiche si potrà fare riferimento alla norma DIN 18163
In cantiere, il materiale deve essere appoggiato a pavimento, sempre in piano, al coperto o sotto plastica.

Art. 31. Prodotti per coperture discontinue (a falda)

31.1 Definizioni

Si definiscono *prodotti per le coperture* quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei siste di copertura e quelli usati per altri strati complementari.
Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme, si rinvia all'articolo sull'esecuzion coperture discontinue.
Il direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su c della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di indicate.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8089 - *Edilizia. Coperture e relativi elementi funzionali. Terminologia funzionale* ;
UNI 8090 - *Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia;*
UNI 8091 - *Edilizia. Coperture. Terminologia geometrica* ;
UNI 8178 - *Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali* ;
UNI 8635-1 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Esame dell'aspetto e della confezione* ;
UNI 8635-2 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della lunghezza* ;
UNI 8635-3 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della larghezza* ;
UNI 8635-4 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dello spessore* ;
UNI 8635-5 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della planarità* ;
UNI 8635-6 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'ortometria e della rettilineità dei bordi*;
UNI 8635-7 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del profilo* ;
UNI 8635-8 – *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della massa convenzionale* ;
UNI 8635-9 - *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua*;
UNI 8635-10 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua*;
UNI 8635-11 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con cicli alterni*;
UNI 8635-12 - *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con porosimetro*;
UNI 8635-13 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del carico di rottura a flessione*;
UNI 8635-14 - *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della resistenza meccanica del dispositivo di ancoraggio* ;
UNI 8635-15 *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del numero per unità di area e della massa areica*;
UNI 8635-16 - *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio*.

31.2 Tegole e coppi in laterizio

Le tegole e i coppi di laterizio per coperture e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.).
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza o a comple alle seguenti prescrizioni:
a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
- le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e maggiore di 15 mm e non deve esserci più di una protuberanza. È ammessa una protuberanza di medio compreso tra 7 mm e 15 mm ogni 2 dm^2 di superficie proiettata;
- le sbavature sono tollerate, purché permettano un corretto assemblaggio.
b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti:
- lunghezza ± 3%;
- larghezza ± 3% per tegole e ± 8% per coppi.
c) sulla massa convenzionale è ammessa una tolleranza del 15%;
d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso;
e) resistenza a flessione: forza singola maggiore di 1000 N;

f) carico di rottura: valore singolo della forza maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N;
g) i criteri di accettazione sono uguali a quelli del paragrafo 35.1.
Dovrà essere determinato il carico di rottura a flessione, onde garantire l'incolumità degli addetti s
di montaggio che di manutenzione.
In caso di contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8626 e alla serie UNI 8635, in particolare alla
norma UNI EN 1304
I prodotti devono essere forniti su apposite pallets, legati e protetti da sporco e da azioni mec
chimiche che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della p
imballaggi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo con il
fornitore, le indicazioni riportate nei punti compresi tra a) e f) ed eventuali istruzioni complementari

Tabella 35.1 - Pendenze ammissibili secondo il tipo di copertura

Materiale	Pendenza [%]
Coppi	35%
Tegole piane marsigliesi	35%
Tegole marsigliesi	30%
Lamiera ondulata	20÷25%

31.2.1 Norme e criteri d'accettazione
Sono considerati difetti la presenza di fessure, le protuberanze, le scagliature e le sbavature
impediscono il corretto montaggio del prodotto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1024 – *Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche geometriche*;
UNI EN 14437 – *Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio o di calcestruzzo installate in coperture - Metodo di prova per il sistema tetto* ;
UNI CEN/TS 15087 – *Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio e di tegole di calcestruzzo con incastro installate in coperture. Metodo di prova per elementi di collegamento meccanici* ;
UNI EN 538 – *Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prova di resistenza alla flessione* ;
UNI EN 539-1 – *Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche. Parte 1: Prova di impermeabilità*;
UNI EN 539-2 – *Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche. Parte 2: Prova di resistenza al gelo*;
UNI EN 1304 – *Tegole di laterizio e relativi accessori. Definizioni e specifiche di prodotto;*
UNI 8635-16 – *Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio*;
UNI 9460 – *Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento;*
UNI 8626 – *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione*;
UNI 8627 – *Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.*

31.3 Tegole in cemento
Le tegole in cemento per coperture e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le
commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc.). La colorazione è realizzata direttamente nell'imp
pigmentazioni.
La pendenza della falda può arrivare ad un minimo del 20% adottando le necessarie sovrapposizioni. In
caso di pendenze inferiori al 30% e fino al 18%, sotto il manto di copertura deve essere collocato un manto

impermeabilizzazione. In caso di pendenze superiori al 45%, le tegole devono essere opportuname
al supporto anche mediante chiodatura.
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e alle seguenti pre
– i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
- le fessure non sono ammesse;
- le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superfi
- le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
- le scagliature sono ammesse in forma leggera;
- le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del pr
– sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:
- lunghezza: ± 1,5%;
- larghezza: ± 1%;
- altre dimensioni dichiarate: ± 1,6%;
- ortometria/scostamento orizzontale non maggiore dell'1,6% del lato maggiore.
– sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del ± 10%;
– l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso dopo 24 ore;
– dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione deve essere maggiore o uguale a 1800 N su campioni
maturati 28 giorni;
– la resistenza a rottura del singolo elemento deve essere maggiore o uguale a 1000 N, e la media
essere maggiore o uguale a 1500 N.
Dovrà essere rilevato il carico di rottura del dispositivo di ancoraggio e il relativo coefficiente di s
rispetto alle azioni generate dal vento.
Dovrà essere determinato il carico di rottura a flessione, onde garantire l'incolumità degli addetti s
di montaggio che di manutenzione;
In caso di contestazione per difetti e limiti di accettazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI
8627
I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da sporco e da azioni mec
chimiche che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12629-4 – *Macchine per la costruzione dei prodotti da costruzione di calcestruzzo e di silicato di calcio. Sicurezza. Parte 4: Macchine per la fabbricazione delle tegole di calcestruzzo* ;
UNI EN 14437 – *Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio o di calcestruzzo installate in coperture. Metodo di prova per il sistema tetto* ;
UNI CEN/TS 15087 – *Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio e di tegole di calcestruzzo con incastro installate in coperture. Metodo di prova per elementi di collegamento meccanici* ;
UNI EN 491 – *Tegole di calcestruzzo e relativi accessori per coperture e rivestimenti murari. Metodi di prova*;
UNI 8626 – *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione*;
UNI 8627 – *Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.*

31.4 Le lastre di fibrocemento ecologico

Le lastre di fibrocemento ecologico possono essere dei tipi seguenti:
– lastre piane a base di fibrocemento e silico calcare, fibrocemento, cellulosa, fibrocemento e silic
rinforzati;
– lastre ondulate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale formata da ondu
approssimativamente sinusoidali. Possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un
cerchio;

– lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tr
tratti sagomati.
Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e, in ma
integrazione, alle seguenti:
- larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con una tolleranza di ± 0,4%
di 5 mm;
- spessore: …… mm (scelto tra le sezioni normate) con una tolleranza di ± 0,5 mm fino a 5 mm
fino a 25 mm.
– rettilineità dei bordi: scostamento massimo di 2 mm per metro e ortogonalità di 3 mm per metro
– caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):
- tipo 1: 13 N/mm^2 minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 15 N/mm^2 minimo con sollecitazione
perpendicolare alle fibre;
- tipo 2: 20 N/mm^2 minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 16 N/mm^2 minimo con sollecitazione
perpendicolare alle fibre.
– massa volumica apparente:
- tipo 1: 1,3 g/cm^3 minimo;
- tipo 2: 1,7 g/cm^3 minimo.
– tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 ore sotto
d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;
– resistenza alle temperature di 120°C per due ore con decadimento della resistenza a flessione no
del 10%.
Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto, e in mancanz
integrazione, alle seguenti:
- le facce destinate all'esposizione alle intemperie devono essere lisce, con bordi diritti e taglio
squadrate ed entro i limiti di tolleranza;
- le caratteristiche dimensionali e le tolleranze di forma devono essere conformi a quanto dichia
fabbricante e accettato dalla direzione dei lavori;
- devono avere tenuta all'acqua;
- devono essere resistenti a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla dir
lavori;
- devono essere resistenti al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20°C seguiti da per
frigo a – 20°C;
- non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
- la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm^3
Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopraddette per quanto attiene all'aspett
caratteristiche dimensionali e di forma, alla tenuta all'acqua e alla resistenza al gelo.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 492 – *Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova*;
UNI EN 494 – *Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova*;
UNI 10636 – *Lastre ondulate di fibrocemento per coperture. Istruzioni per l'installazione* .

31.5 Lastre di materia plastica rinforzata

Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo
UNI vigenti.

NORME DI RIFERIMENTO

a) lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro:

UNI 6774 – *Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro. Generalità e prescrizioni* (ritirata senza sostituzione);
UNI 6775 – *Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro. Metodi di prova* (ritirata senza sostituzione);

b) lastre di polistirene:
UNI EN ISO 1463-1 *Lastre estruse di polistirene modificato resistente all'urto (PS-I). Requisiti e metodi di prova*;

c) lastre di polimetilmetacrilato:
UNI EN ISO 7823-1 *Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre colate* ;
UNI EN ISO 7823-2 *Materie plastiche. Lastre di poli (metilmetacrilato). Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre estruse calandrate* ;
UNI EN ISO 7823-3 *Materie plastiche. Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, dimensioni e caratteristiche. Parte 3: Lastre colate continue* ;

d) lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice:
UNI EN 1013-1 *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti generali e metodi di prova* ;
UNI EN 1013-2 *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di resina poliestere rinforzata con fibra di vetro (PRVF);*
UNI EN 1013-3 *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di policloruro di vinile (PVC).*

e) lastre ondulate e alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre
UNI 10452 *Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre e apprestamenti analoghi. Tipi, dimensioni, requisiti e metodi di prova* .

f) i criteri di accettazione sono quelli del paragrafo 35.1.

31.6 Lastre di metallo
Le lastre di metallo (acciaio zincato, acciaio zincato-alluminio, acciaio zincato-rame, alluminio) e pezzi speciali si intendono denominati secondo l'usuale terminologia commerciale. Essi dovranno ris alle prescrizioni del progetto e, in mancanza o a completamento, alle seguenti caratteristiche:
- tolleranze dimensioni e di spessore: .....;
- resistenza al punzona mento: .....;
- resistenza al piegamento a 360°: .....;
- resistenza alla corrosione: .....;
- resistenza a trazione: .....
Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. G estetici e i difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio.
I prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc.), oltre a rispondere alle pre predette, dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distan appoggi.
I criteri di accettazione sono quelli già indicati. In caso di contestazione si fa riferimento alla norm UNI 10372.
Le lamiere saranno, inoltre, esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e d forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitor rispondenza alle caratteristiche richieste.

31.7 Prodotti di pietra

I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli pres progetto o quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.
I criteri di accettazione sono quelli indicati al paragrafo 35.1.
La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitor corrispondenza alle caratteristiche richieste.

31.8 Strato di isolamento della copertura

L'isolamento della copertura, potrà essere eseguito con:
- pannello di sughero;
- pannello multistrato;
- pannello isolante sottocoppo in polistirene estruso;
- pannello isolante sottocoppo n polistirene espanso.

PANNELLO DI SUGHERO

Il pannello dovrà essere costituito con un (doppio) strato di pannelli di sughero naturale compress frequenza, senza collanti, con i bordi smussati a tronco di piramide di colore biondo e del peso di circa e dello spessore di …. cm. I pannelli dovranno essere posati con i giunti smussati ben accosta (sfalsati e ribaltati) e fissati con punti di colla, chiodi o altro.
È consigliabile avere sempre e comunque un bordo di contenimento perimetrale sulla linea di gronda
Sulla superficie dei pannelli verranno appoggiate lastre ondulate impermeabili (bituminose o in fibro non contenente amianto), di copertura, e fissate con viti ad espansione alla struttura.
Su dette lastre ondulate verrà alloggiato il relativo manto di copertura in coppi.

PANNELLO MULTISTRATO

Pannello con particolare ondulazione, atto a offrire al coppo tre punti di appoggio impedend scivolamento. La composizione in speciale multistrato impregnato sottovuoto garantisce impermeabilità e forte resistenza agli sbalzi di temperatura e al gelo.

PANNELLO ISOLANTE SOTTOCOPPOIN POLISTIRENE ESTRUSO

La lastra per l'isolamento delle coperture sottocoppo è costituita da polistirene estruso monostrato indaco, con resistenza alla compressione di …. kPa, con pelle di estrusione, battentata sui quattro dimensioni pari a:
- spessore: da …. a … mm;
- dimensioni: … · … mm;
- passo dei coppi:…. mm.

L'interasse fra le scanalature di…. e …. mm deve permettere l'impiego del tipo di coppi più diff mercato.

PANNELLO ISOLANTE SOTTOCOPPOIN POLISTIRENE ESPANSO

La particolare sagomatura consente un perfetto alloggiamento ai coppi o alle tegole facilitandone l particolari agganci e sormonti dei singoli elementi devono consentire un'assoluta tenuta all'a un'omogenea coibentazione, garantendo un'ottima ventilazione.

31.9 Normativa di riferimento

Nel caso di contestazione, le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e la valutaz risultati sono quelli indicati nelle norme UNI di seguito riportate:

UNI 8625-1 – *Edilizia. Prove di coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua* ;

UNI 8626 – *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione*;

UNI 8627 – *Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche* ;

UNI 9308-1 – *Coperture discontinue. Istruzione per la progettazione. Elementi di tenuta* ;

UNI 10372 – *Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con elementi metallici in lastre* .

Art. 32. Impermeabilizzazioni e coperture piane

32.1 Generalità

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo o a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo o a caldo su armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI 8178 – *Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali* .

32.2 Classificazione delle membrane

Le membrane si classificano in base:

– al materiale componente, per esempio:
- bitume ossidato fillerizzato;
- bitume polimero elastomero;
- bitume polimero plastomero;
- etilene propilene diene;
- etilene vinil acetato, ecc.

– al materiale di armatura inserito nella membrana, per esempio:
- armatura vetro velo;
- armatura poliammide tessuto;
- armatura polipropilene film;
- armatura alluminio foglio sottile, ecc.

– al materiale di finitura della faccia superiore, per esempio:
- poliestere film da non asportare;
- polietilene film da non asportare;
- graniglie, ecc.

– al materiale di finitura della faccia inferiore, per esempio:
- poliestere non tessuto;
- sughero;
- alluminio foglio sottile, ecc.

32.3 Prodotti forniti in contenitori

I prodotti forniti in contenitori possono essere:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;

- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su c della fornitura. In ogni caso, l'appaltatore dovrà consegnare l'attestato di conformità della fornitura. Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (per strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di degli strati sottostanti, ecc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza, alla n 8178

32.4 Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare schermo e/o barriera al vapore sono le seguenti (norme UNI 9380-1 e UNI 9380-2)

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direz lavori.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9380-1 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore* ;
UNI 9380-2 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore* ;
UNI 8629-1 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività* ;
UNI 8629-2 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per elemento di tenuta* ;
UNI 8629-3 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPE per elemento di tenuta* ;
UNI 8629-4 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta* ;
UNI 8629-5 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta* ;
UNI 8629-6 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi a base di PVC plastificato per elementi di tenuta* ;
UNI 8629-7 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta* ;
UNI 8629-8 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per elemento di tenuta* .

32.5 Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizi carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante, sono le seguenti (norma UNI 9168):
- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direz lavori. Le membrane rispondenti alle UNI 9380 (varie parti) e UNI 8629 (varie parti) per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

32.6 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria

I prodotti non normati devono essere conformi ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla d dei lavori.

Le membrane rispondenti alle UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per formare gli strati di tenuta all'aria.

In particolare, dovranno essere controllati i seguenti parametri:
- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- giunzioni resistenti alla trazione e alla permeabilità all'aria.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9168-1 – *Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi con armatura cartafeltro o vetro velo* ;
UNI 9168-2 – *Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi BOF.*

32.7 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati all'acqua sono le seguenti (norma UNI 8629, varie parti):
- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria e in acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direz lavori.

32.8 Membrane destinate a formare strati di protezione

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare protezione sono le seguenti (UNI 8629 varie parti):
- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, bitume);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- giunzioni resistenti a trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direz lavori.

32.9 Membrane a base di elastomeri e di elastomeri

32.9.1 Tipologie

I tipi di membrane base di elastomeri e di plastomeri sono:
- membrane in materiale elastomerico senza armatura (si definisce *materiale elastomerico* un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impieg abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura (si definisce *materiale elastomerico* un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente impiego, ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di p plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, re non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) c armatura;
- membrane polimeriche accoppiate (membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia in altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fonda per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membr fornita dal produttore).

32.9.2 Classi di utilizzo

Le classi di utilizzo delle membrane base di elastomeri e di plastomeri sono le seguenti:
- classe A: membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio ba sbarramenti, ecc.);
- classe B: membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio canali, acquedot
- classe C: membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente g concentrate o no (per esempio fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc);
- classe D: membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o a

- classe E: membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.);
- classe F: membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (pe acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessari caratteristiche comuni a più classi.

32.9.3 Accettazione

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri devono rispettare le caratteristiche previste d parti della norma UNI 8898 anche se attualmente ritirata senza sostituzione.

32.10 Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana), a seconda del materiale co devono rispondere alle caratteristiche e ai i valori di limiti di riferimento normalmente applicati. Qua sono riportati limiti, si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazion e accettati dalla direzione dei lavori.

32.10.1 Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni

I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono risp limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 4157 – *Edilizia. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione*;

UNI SPERIMENTALE 4163 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi* .

Tabella 36.1 - Caratteristiche dei bitumi da spalmatura

Indicazione per la designazione	Penetrazione a 25°C [dmm/min]	Punto di rammollimento (palla anello °C/min)
0	40	55
15	35	65
25	20	80

32.10.2 Malte asfaltiche

Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 5660 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Caratteristiche e prelievo dei campioni* ;

UNI 5661 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello* ;

UNI 5662 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato* ;

UNI 5663 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione della fragilità (punto di rottura);*

UNI 5664 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua*;

UNI 5665 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Trattamento di termo- ossidazione* .

32.10.3 Asfalti colati

Gli asfalti colati per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 5654 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Caratteristiche e prelievo dei campioni* ;

UNI 5655 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello* (ritirata senza sostituzione);

UNI 5656– *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato* ;
UNI 5657– *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione della fragilità a freddo;*
UNI 5658– *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua*;
UNI 5659– *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Trattamento di termo-ossidazione* .

32.10.4 Mastice di rocce asfaltiche

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispo
seguente norma:
UNI 4377– *Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati* .

32.10.5 Mastice di asfalto sintetico

Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve r
alle seguenti norme:
UNI 4378– *Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati* ;
UNI 4379– *Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dell'impronta nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici* (ritirata senza sostituzione);
UNI 4380– *Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze solubili in solfuro di carbonio presenti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici* ;
UNI 4381– *Impermeabilizzazione delle coperture. Estrazione del bitume dai mastici di rocce asfaltiche e dai mastici di asfalto sintetici* ;
UNI 4382– *Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione degli asfalteni presenti nei bitumi contenuti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici* ;
UNI 4383– *Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dei carbonati presenti nel materiale minerale*;
UNI 4384– *Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze insolubili in acido cloridrico presenti nel materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici*;
UNI 4385– *Impermeabilizzazione delle coperture. Controllo granulometrico del materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.*

32.10.6 Prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici

I prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanici,
poliuretanici, epossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isome
devono essere valutate in base alle caratteristiche e ai limiti di riferimento normalmente applicati
non sono riportati limiti, si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documer
tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.
Le caratteristiche identificative del prodotto in barattolo (prima dell'applicazione) sono le seguenti:
- viscosità in ……: minimo …… misurata secondo ……;
- massa volumica kg/m^3: minimo ……; massimo ……, misurata secondo ……;
- contenuto di non volatile % in massa: minimo ……, misurato secondo ……;
- punto di infiammabilità: minimo % ……, misurato secondo ……;
- contenuto di ceneri: massimo…… g/kg, misurato secondo ……;
- ……..

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzio
lavori.

Le caratteristiche di comportamento da verificare in sito o su campioni significativi di quanto real
sitosono le seguenti:
- spessore dello strato finale in relazione al quantitativo applicato per ogni metro quadrato: minimo
misurato secondo ……;
- valore dell'allungamento a rottura: minimo …… %, misurato secondo ……;
- resistenza al punzona mento statico: minimo ……N, misurato secondo ……;
- resistenza al punzona mento dinamico: minimo ……N, misurato secondo ……;
- stabilità dimensionale a seguito di azione termica e variazione dimensionale massima in ……
misurate secondo …….
- impermeabilità all'acqua: minima pressione di ……kPa, misurata secondo ……;
- comportamento all'acqua: variazione di massa massima in ……%, misurata secondo ……;
- invecchiamento termico in aria a 70°C e variazione della flessibilità a freddo tra prima e
trattamento: massimo ……°C, misurati secondo ……;
- invecchiamento termico in acqua e variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trat
massimo ……°C, misurati secondo ……;
- ……
Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzio
lavori.

32.11 Rinforzo di guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose

Le guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose e le malte impermeabilizzanti d
essere rinforzate con l'applicazione di reti in fibra di vetro.
Per superfici irregolari o inclinate, l'uso di reti realizzate con speciali filati voluminizzati assicu
maggiore assorbimento di resina, evitando fenomeni di gocciolatura e garantendo l'omogenei
distribuzione del prodotto. Sul prodotto impermeabilizzante appena applicato, dovrà essere posata
tesa, annegandola mediante spatola, rullo o pennello, avendo cura di sovrapporre i teli per almen
evitando la formazione di bolle e piegature.

Art. 33. Vetri

33.1 Generalità

Si definiscono *prodotti di vetro* quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Ess
dividono nelle seguenti principali categorie:
- lastre piane;
- vetri pressati;
- prodotti di seconda lavorazione.
Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavo
nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI. Le modalità di posa sono
trattate negli articoli relativi alle vetrazioni e ai serramenti.

33.2 Campioni

L'appaltatore dovrà fornire almeno due campioni di ciascun tipo di vetro da impiegare. Tali ca
dovranno essere approvati dalla direzione dei lavori, che può procedere a controlli (anche par
campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescriz
seguito indicate.

33.3 Prescrizioni di carattere particolare

I tipi di vetro, la composizione e le dimensioni delle lastre, sono indicate sui disegni progettuali ese
Per ogni tipo di vetrata l'appaltatore dovrà precisare i seguenti dati caratteristici:
- percentuale di trasmissione della luce solare dall'esterno verso l'interno, percepita dall'occhio uma
- percentuale dell'energia solare riflessa direttamente all'esterno;

- fattore solare;
- coefficiente globale medio di trasmissione termica.

Per le vetrate con intercapedine, si richiede una dettagliata relazione sulla composizione del giunto in funzione dello stress termico che interviene sulle lastre parzialmente soleggiate e sulle defo prevedibili.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7143 - *Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve* ;
UNI 6534-74 *Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione, materiali e posa in opera* ;
UNI 7143-72 - *Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve* ;
UNI 7697 - *Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie* .

33.4 Vetri piani di vetro di silicato sodo-calcico

33.4.1 Vetri grezzi

I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi e anche cristalli grezzi traslucidi e incolori, c *bianchi* , eventualmente armati.

33.4.2 Vetri piani lucidi tirati

I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate, non avendo subito lavor superficie.

33.4.3 Vetri piani trasparenti float

I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamer bagno di metallo fuso.

33.4.4 Norme di riferimento

UNI EN 572-1 *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche* ;
UNI EN 572-2 *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 2: Vetro float* ;
UNI EN 572-5 *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro stampato* ;
UNI EN 572-4 *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro tirato* ;
UNI EN 572-7 *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro profilato armato e non armato* ;
UNI EN 12150-1 *Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente. Definizione e descrizione* ;
UNI EN 12150-2 *Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto* .

33.5 Vetri di sicurezza

33.5.1 Vetri piani temprati

I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre ne superficiali tensioni permanenti. Riguardo alle dimensioni e alle relative tolleranze, ai metodi di pr limiti di accettazione dei vetri piani temprati da usare nell'edilizia, si rinvia alla norma UNI 7142 la quale si applica ai vetri piani in lastre monolitiche temprate termicamente nelle loro dimensioni e forme c

(si veda la norma UNI EN 572-1). La norma non considera i vetri temprati chimicamente. I vetri temp
non sono consigliati per impieghi ove ci sia pericolo di caduta nel vuoto.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI 7142 - *Vetri piani. Vetri temprati per edilizia e arredamento* .

33.5.2 Vetri piani stratificati

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti c
plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie. L'elemento intercalare può
fornire prestazioni aggiuntive al prodotto finito, per esempio resistenza agli urti, resistenza a
controllo solare, isolamento acustico.
Lo spessore complessivo della lastra di vetro varia in base al numero e allo spessore delle lastre c
compreso lo spessore intercalare. Gli intercalari possono essere:
- chiari o colorati;
- trasparenti, traslucidi o opachi;
- rivestiti.

Riguardo alla composizione, possono differire per:
- composizione e tipo di materiale;
- caratteristiche meccaniche;
- caratteristiche ottiche.

I vetri stratificati, in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche, si dividono in:
- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

I prodotti o fogli intercalari devono rispondere alle norme eventuali vigenti per lo specifico prodotto
Per le altre caratteristiche si deve fare riferimento alle norme seguenti:
- i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma UNI EN ISO 12543-2;
- i vetri piani stratificati antivandalismo e anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme UNI EN ISO 12543-2, UNI EN 356 e UNI EN 1063;
- i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma UNI EN ISO 12543-2

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN ISO 12543-1 - *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti* ;
UNI EN ISO 12543-2 - *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza* ;
UNI EN ISO 12543-3 - *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato* ;
UNI EN ISO 12543-4 - *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità* ;
UNI EN ISO 12543-5 - *Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi* ;
UNI EN ISO 12543-6 - *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto* ;
UNI EN 356 - *Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza - Prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale* ;
UNI EN 1063 - *Vetrate di sicurezza. Classificazione e prove di resistenza ai proiettili* ;
UNI EN 12600 - *Prova del pendolo. Metodo della prova di impatto e classificazione per vetro piano* ;
UNI EN 13541 - *Vetro di sicurezza. Prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni*.

33.5.2.1 Vetro antincendio

I vetri stratificati, con riferimento alle caratteristiche antincendio, possono appartenere ai seguenti t
- vetro stratificato con proprietà di resistenza al fuoco, le cui caratteristiche di resistenza non son
per mezzo di intercalari che reagiscono alle alte temperature. In generale, nessun tipo di vetro p
classificato come resistente al fuoco. Quando il vetro viene assemblato in un adeguato telaio, allora
può essere sottoposto a prova e classificato come resistente al fuoco;
- vetro stratificato resistente al fuoco, in cui almeno un intercalare reagisce ad alta temperatura p
prodotto la sua resistenza al fuoco. Questo prodotto può anche contenere vetri di per sé stessi r
fuoco.
Il vetro antincendio di classe EI ..... può essere costituito alternando lastre di vetro a strati di silicato
sodio. In caso d'incendio la lastra di vetro più esterna si rompe per effetto del calore, facendo r
strato successivo di silicato di sodio che va a formare una schiuma densa e compatta in grado di
calore e formare un vero e proprio scudo termico nei confronti della fiamma. L'incremento del nu
strati di vetro e silicato contribuisce ad ottenere tempi di resistenza al fuoco sempre più elevat
antincendio può essere applicato a diversi sistemi di intelaiatura costruiti in acciaio o allumi
caratteristiche: .....
La classe EI ..... del vetro impiegato deve garantire:
- tenuta al fumo;
- tenuta alla fiamma;
- mantenimento di una temperatura bassa sulla superficie del vetro opposta alla fiamma;
- efficiente isolamento termico in caso di incendio.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 357– *Vetro in edilizia. Elementi vetrificati resistenti al fuoco comprendenti prodotti di vetro trasparenti o traslucidi. Classificazione della resistenza al fuoco* ;
UNI EN 1634-1 *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili.*

33.5.3 Vetro retinato

Il vetro retinato si ottiene per colata e laminazione di vetro fuso, nel quale è immersa una rete
Esso ha caratteristiche antieffrazione e di sicurezza, e viene utilizzato generalmente per opere e
quali non necessita la trasparenza assoluta, vista la presenza della rete metallica.

33.5.4 Vetri sicurezza per impianti di ascensore

33.5.4.1 Vetri di sicurezza. Prove

Le prove sulle lastre di vetro di sicurezza sono prescritte dall'art. 14, D.P.R. 29 maggio 1963,
Approvazione del regolamento per gli ascensori e i montacarichi in servizio privato.

33.5.4.2 Prova d'urto

La prova deve essere fatta su una lastra di 30 · 30 cm appoggiata sui quattro lati, ai bordi, per la
circa 10 mm, su un telaio di legno.
Sul centro della lastra è lasciata cadere liberamente, dall'altezza di 50 cm, una sfera di acciaio lev
peso di 0,76 kg. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di mater
non deve produrre frammenti acuminati pericolosi che si distacchino dal supporto. La lastra d
temperato non deve rompersi.

La prova deve essere ripetuta lasciando cadere la sfera da altezza maggiore. A seguito di tale prov
di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve venire perforata dalla sfera p
di caduta fino a 1 m. La lastra di vetro temperato rompendosi deve produrre frammenti minuti, non
Le prove devono essere fatte con temperature ambientali comprese fra i 15°C e i 25°C.

33.5.4.3 Prova di flessione

Tale prova deve essere fatta su una lastra delle dimensioni massime previste per l'applicazione, a
sui due lati più corti, ai bordi, per larghezza di circa 20 mm, su appoggi di legno. Su una striscia
larga non più di 50 mm parallela agli appoggi, è applicato un carico distribuito di 100 kg per metr
per la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, e di 200 kg per metro lin
lastra di vetro temperato. La lastra non deve rompersi né fessurarsi.
Se sono usate lastre di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile con larghezza mag
cm, o lastre di vetro temperato con larghezza maggiore di 1m, una lastra per ciascuna partita d
sottoposta in fabbrica alla prova di flessione.

33.5.4.4 Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza

Le lastre di vetro di sicurezza, salvo le lastre di vetro retinato, devono essere segnate con marchio
Nelle porte dei piani, nella cabina e nelle porte della cabina degli ascensori, le lastre di vetro di s
devono essere completamente intelaiate.
Nelle protezioni del vano di corsa degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere
completamente, salvo le lastre di vetro temperato, le quali possono essere fissate su almeno tre la
di supporti, di zanche, o simili.
Nelle porte dei piani, nelle pareti e nelle porte della cabina degli ascensori, costituite prevalente
lastre di vetro di sicurezza, devono essere applicate protezioni per impedire la caduta di persone n
corsa nel caso di rottura delle lastre. In ogni caso, deve essere applicata almeno una fascia di pro
materiale resistente, di altezza non minore di 0,15 m dal piano di calpestio, e una sbarra di prot
altezza di circa 0,9 m dal piano di calpestio.
Nelle porte dei piani e nelle porte della cabina degli ascensori le cerniere, le maniglie, le serrature
dispositivi non devono essere applicati alle lastre di vetro di sicurezza.

33.6 Vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera)

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro u
il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi o altro, in
formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7144 *Vetri piani. Isolamento termico* ;
UNI EN 12758 *Vetro per edilizia. Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea. Descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà* ;
UNI EN 1279-1 *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema* ;
UNI EN 1279-2 *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua* ;
UNI EN 1279-3 *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas* ;
UNI EN 1279-4 *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo* ;
UNI EN 1279-5 *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità* ;
UNI EN 1279-6 *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche*.

33.7 Vetri piani profilati ad U

I vetri piani profilati ad U sono dei vetri greggi colati, prodotti sotto forma di barre con sezione ad superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione. I vetri profilati possono essere del tipo ricotto o temprato, armati o non armati. Le dimensioni sono quelle indicate nel progetto esecutivo. Pe caratteristiche valgono le prescrizioni della norma UNI EN 572-7, che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione. Il direttore dei lavori deve verificare l'assenza di bolle, onde, graffi o inclus difetti non sono ammessi. Non sono accettabili rotture nel filo metallico o deviazioni superiori a 5 metro. Il vetro profilato armato o non armato conforme alla norma UNI EN 572-7 deve essere designato indicando rispettivamente quanto segue:

- tipo (vetro armato o non armato);
- colorato (riferimento del fabbricante) o chiaro;
- stampato (riferimento del fabbricante) o no;
- spessore nominale in millimetri;
- larghezza nominale in millimetri;
- altezza nominale dell'ala in millimetri;
- lunghezza nominale in millimetri;
- riferimento alla norma UNI EN 572-7

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 572-7 – *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 7: Vetro profilato armato e non armato* .

33.8 Vetri pressati per vetrocemento armato

I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava o a forma di camera d'aria. opera deve essere effettuata con malta specifica ad elevata resistenza e a ritiro controllato.
Il vetrocemento può essere impiegato come elemento divisorio per i lucernari, e deve essere pe piedi o con veicoli.

Art. 34. Infissi in legno e in metallo

34.1 Definizioni

Si definiscono *infissi* gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di pers animali, oggetti e sostanze liquide o gassose tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tr diversi dello spazio interno.
Il *serramento*, invece, è definito come l'elemento tecnico con la funzione principale di regolare in particolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose, energia, aria ecc. Essi si dividono in elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili). G si dividono, a loro volta, in porte, finestre e schermi.
I meccanismi di apertura e chiusura degli infissi devono essere facilmente manovrabili e percepibili mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.
Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio riferimento alla norma UNI 8369 (varie parti).

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7895 – *Disegni tecnici. Designazione simbolica del senso di chiusura e delle facce delle porte, finestre e persiane* ;
UNI 8369-1 – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia* ;
UNI 8369-2 – *Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia* ;
UNI 8369-3 – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali* ;
UNI 8369-4 – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi* ;

UNI 8369-5 – *Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali e infissi esterni. Terminologia e simboli per le dimensioni* ;
UNI 8370 – *Edilizia. Serramenti esterni. Classificazione dei movimenti di apertura delle ante.*

34.2 Campioni
L'appaltatore dovrà esibire un campione di ogni tipologia di ogni infisso della fornitura ai dell'approvazione da parte della direzione dei lavori.
Il campione di infisso deve essere limitato ad un modulo completo di telaio, parte apribile e meccanismi di chiusura, comandi, accessori e guarnizioni. Resta inteso che i manufatti che s consegnati in cantiere dovranno essere tassativamente uguali ai campioni approvati dal direttore comprese le anodizzazioni e/o le verniciature.
L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattua normative vigenti.

34.3 Tipologie dei serramenti di progetto
La tipologia dei serramenti, il sistema di apertura, le dimensioni (in mm) e il meccanismo di chius quelli indicati nella tabella 38.1.

Tabella 38.1 - Tipologie dei serrementi di progetto

Codice identificativo del serramento (riferimento: abaco dei serramenti)	Dimensioni [mm]	Sistema di apertura	Meccanismo di apertura	Elaborato grafico di riferimento

34.4 Marcatura CE
Il marchio CE non riguarda la posa in opera. L'attestazione obbligatoria deve riguardare almeno i se requisiti (UNI EN 14351-1):
- tenuta all'acqua, mediante la prova in laboratorio (UNI EN 1027);
- permeabilità all'aria, mediante la prova in laboratorio (UNI EN 1026);
- resistenza al vento, mediante prova in laboratorio (UNI EN 12211);
- resistenza termica, mediante il procedimento di calcolo indicato dalla norma UNI EN ISO 10077-1 oppure 10077-2 in alternativa con la prova in laboratorio (UNI EN ISO 12567-1);
- prestazione acustica, mediante procedimento di calcolo o, in alternativa, con la prova in laborator UNI EN ISO 140-3;
- emissione di sostanze dannose verso l'interno del locale;
- resistenza all'urto.

Le tipologie di serramenti più importanti con l'obbligo della marcatura CE sono le seguenti:
- porte per uso esterno ad esclusivo uso dei pedoni (ad una o due ante; con pannelli laterali e/o sop
- porte destinate ad uscita di sicurezza con maniglioni antipanico;
- finestre (uso esterno) ad una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- porte finestre (uso esterno) ad una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- finestre scorrevoli orizzontali;
- finestre francesi;
- finestre da tetto con o senza materiali antifiamma;
- porte blindate per uso esterno;
- porte automatiche (con radar) motorizzate;
- tutti i prodotti che possono essere in versione manuale o motorizzata;
- tutti i prodotti che possono essere ciechi, parzialmente o totalmente vetrati;

- tutti i prodotti che possono essere assemblati in due o più unità.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 14351-1 *Finestre e porte. Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali. Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo* .

34.5 Documentazione da fornire al direttore dei lavori

L'appaltatore è obbligato a fornite al direttore dei lavori la documentazione rilasciata dal pro riguardante:
- dichiarazione di conformità a norma dei prodotti forniti;
- istruzioni di installazione del prodotto;
- istruzioni sull'uso e sulla manutenzione dei prodotti;
- marcatura CE.

34.6 Forme. Luci fisse

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel d progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che co devono – nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) – resistere alle soll meccaniche dovute all'azione del vento o agli urti, garantire la resistenza al vento e la tenuta all'acqua.
Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento ac comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vanda
Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.
Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:
- controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro e gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigilla eventuali accessori;
- controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o componenti (in particolare, trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il tel esecuzione dei giunti, ecc.);
- accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all all'aria, resistenza agli urti, ecc.
Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

34.7 Serramenti interni ed esterni

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte-finestre e similari) dovranno essere realizzati se prescrizioni indicate nei disegni costruttivi. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di pres limitate), si intende che comunque devono, nel loro insieme, essere realizzati in modo da resi sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spetta mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.
Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:
- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta e il telaio, i loro trattamenti preservanti e i rivesti
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori;
- il controllo delle caratteristiche costruttive (in particolare, dimensioni delle sezioni res conformazione dei giunti e connessioni realizzate meccanicamente – viti, bulloni, ecc. – e per ad colle, adesivi, ecc. – e, comunque, delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla r meccanica, sulla tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.
Gli infissi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:
– finestre:
- isolamento acustico: ……..;

- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo la norma UNI EN 1027): classi ……, …… e ……;
- resistenza meccanica (misurata secondo la norma UNI EN 107): ……;
- ……..

– porte interne:
- tolleranze dimensionali: ……;
- spessore: …… (misurato secondo la norma UNI EN 951);
- planarità: …… (misurata secondo la norma UNI EN 952);
- resistenza all'urto corpo molle (misurata secondo la norma UNI 8200): ……;
- corpo d'urto: …… kg;
- altezza di caduta: …… cm;
- resistenza al fuoco e controllo della dispersione del fumo (misurati secondo la norma UNI EN 1634-1): classe ……;
- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma UNI 8328): classe ……;
- ……..

– porte esterne:
- tolleranze dimensionali: ……;
- spessore: …… (misurato secondo la norma UNI EN 951);
- planarità: …… (misurata secondo la norma UNI EN 952);
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo la norma UNI EN 1027): ……;
- resistenza all'antintrusione (misurata secondo la norma UNI 9569): classe ……;
- ……..

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazion dall'appaltatore al direttore dei lavori.

34.8 Schermi (tapparelle, persiane, antoni)

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di pre o con prescrizioni insufficienti, si intende che, comunque, lo schermo deve nel suo insieme resis sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) e agli agenti atmosferici, mantenendo nel ter funzionamento.
Il direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante:
- il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e dei loro rivestimenti;
- il controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o gli organi di manovra;
- la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente delle dimensioni delle resistenti, delle conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni ecc. aderenza (colle, adesivi ecc.), e, comunque, delle parti che direttamente influiscono sulla re meccanica e sulla durabilità agli agenti atmosferici.

Il direttore dei lavori potrà, altresì, procedere all'accettazione mediante attestazione di conform fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica e di comportamento agli agenti atmosferici (c cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da certificazione e/o documentazione.

34.9 Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap

34.9.1 Porte interne

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almen
La luce netta delle altre porte interne deve essere di almeno 75 cm.
L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra gli 85 e i 95 cm (altezza consigliata: 90 cm).

Devono, inoltre, essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano l
superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal p
pavimento.
L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

34.9.2 Infissi esterni

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consi
cm.
Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente
o protetto per non causare infortuni.
L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

34.10 Serramenti in acciaio

34.10.1 Componenti dei serramenti

Tutti i componenti dei serramenti della fornitura conforme alle prescrizioni progettuali (telai m
accessori, vetrazioni, guarnizioni, schermi, ecc.) devono essere costruiti con caratteristiche che no
sostanze pericolose oltre i limiti ammessi dalle norme sui materiali.

34.10.2 Materiali e norme di riferimento

ALLUMINIO

a)telai:
UNI EN 573-3 *Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici* ;
UNI EN 12020-1 *Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi, di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura* ;
UNI EN 12020-2 *Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 2: Tolleranze dimensionali e di forma* ;
UNI EN 14024 *Profili metallici con taglio termico. Prestazioni meccaniche. Requisiti, verifiche e prove per la valutazione*;

b)laminati di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio:
UNI EN 573-3 *Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici* ;
UNI EN 485-2 *Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Parte 2: Caratteristiche meccaniche*;
UNI EN 754-2 *Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze*;

c) getti in alluminio:
UNI EN 1706 *Alluminio e leghe di alluminio. Getti. Composizione chimica e caratteristiche meccaniche*.

PROFILI IN ACCIAIO

a) telai:
UNI EN 10079 *Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti* ;

b) laminati a caldo:
UNI 10163-1 *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 1: Requisiti generali* ;

UNI 10163-2 *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 2: Lamiere e larghi piatti* ;
UNI EN 10163-3 *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 3: Profilati* ;
UNI EN 10143 *Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;*
UNI EN 10025-1 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura* ;
UNI EN 10025-2 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali* ;
UNI EN 10025-3 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato* ;
UNI EN 10025-4 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica* ;
UNI EN 10025-5 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica* ;
UNI EN 10025-6 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati* ;

c) lamiere a freddo:
UNI 7958 *Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione* ;
UNI EN 10327 *Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura* ;

d)lamiere zincate:
UNI EN 10143 *Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze sulla dimensione e sulla forma* .

ACCIAIO INOSSIDABILE

a) telai:
UNI EN 10088-1 *Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili* ;
UNI EN 10088-2 – *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali* .

LEGA DI RAME

a) telai:
UNI EN 13605 *Rame e leghe di rame. Profilati di rame e fili profilati per usi elettrici* .

b) lamiere in rame:
UNI EN 13599:2003 *Rame e leghe di rame. Piatti, lastre e nastri di rame per usi elettrici* .

34.10.3 Finitura superficiale dei telai metallici
La finitura superficiale dei telai metallici dei serramenti dovrà essere priva di difetti visibili ad occh
(graffi, colature, rigonfiamenti, ondulazione e altre imperfezioni) a distanza non inferiore a 5 m per
esterni e a 3 m per gli spazi interni.

La finitura superficiale non deve subire corrosioni o alterazioni di aspetto per un periodo di tempo
alla vita del manufatto, e in cantiere deve essere evitato il contatto con sostanze o materiali ch
instaurare fenomeni corrosivi. Il colore deve essere quello previsto dal progetto esecutivo.
In base al tipo di metallo si indicano le seguenti norme di riferimento:

a)alluminio:
UNI EN 12206-1 *Pitture e vernici - Rivestimenti di alluminio e di leghe di alluminio per applicazioni architettoniche - Parte 1: Rivestimenti preparati a partire da materiali in polvere* .

b)acciaio:
UNI EN ISO 12944–1 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale* ;
UNI EN ISO 12944–2 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti* ;
UNI EN ISO 12944–3 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione* ;
UNI EN ISO 12944–4 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione* ;
UNI EN ISO 12944–5 *Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva* .
I trattamenti di metallizzazione devono rispettare le seguenti norme:
- zincatura elettrolitica:
UNI ISO 2081 *Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio* ;
- zincatura a spruzzo:
UNI EN 22063 *Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici. Metallizzazione termica a spruzzo. Zinco, alluminio e loro leghe* ;
- cadmiatura:
UNI 4720 *Trattamenti superficiali dei materiali metallici. Classificazione, caratteristiche e prove dei rivestimenti elettrolitici di cadmio su materiali ferrosi* ;
- cromatura:
UNI EN 12540 *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo* .

c)acciaio inossidabile:
UNI EN 10088–2 *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali* .

34.10.4 Telai e controtelai
I telai dei serramenti dovranno essere realizzati con profili in ……..., lega ……...,
…… (con o senza taglio termico), con sistema di tenuta …… (a giunto aperto, a battu
semplice o doppia).
Dai traversi inferiori dei serramenti dovrà essere consentito lo scarico verso l'esterno delle acque m
evitando riflussi verso l'interno dell'ambiente. Sui traversi dovranno essere presenti opportuni
drenaggio in numero e dimensioni sufficienti a garantire l'eliminazione di eventuali condense e infil
d'acqua dalle sedi dei vetri verso l'esterno.
Tutti i serramenti dovranno essere dotati di coprifili ed eventuali raccordi a davanzale esterno e inte
I controtelai dovranno essere realizzati in ……. (tipo di metallo), lega ……..

34.10.5 Accessori

Tutti gli accessori impiegati per i serramenti devono avere caratteristiche resistenti alla co
atmosferica e tali da assicurare al serramento le prescritta resistenza meccanica, la stabilità e la fu
per le condizioni d'uso a cui il serramento è destinato.
Gli accessori devono essere compatibili con le superfici con cui devono essere posti a contatto.

34.10.6 Guarnizioni

Le guarnizioni dei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, permeabilità
isolamento acustico,e, inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a co
Le guarnizioni dei giunti apribili devono potere essere facilmente sostituibili e dovranno
esclusivamente quelle originali.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12365-1 *Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione;*
UNI EN 12365-2 *Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;*
UNI EN 12365-3 *Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico;*
UNI EN 12365-4 *Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato* .

34.10.7 Sigillanti

I sigillanti impiegati nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'ari
alla polvere e la realizzazione della continuità elastica nel tempo. Inoltre, devono essere compat
materiali con cui devono venire a contatto.
I sigillanti non devono corrodere le parti metalliche con cui vengono a contatto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9610 *Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove* ;
UNI 9611 *Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento* ;
UNI EN 26927 *Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario* ;
UNI EN 27390 *Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento* ;
UNI EN 28339 *Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili* ;
UNI EN 28340 *Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo* ;
UNI EN 28394 *Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti* ;
UNI EN 29048 *Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato* .

34.10.8 Caratteristiche dei vetri

I vetri devono rispondere ai requisiti di risparmio energetico, isolamento acustico, controllo della r
solare e sicurezza.
La trasmittanza termica non deve essere inferiore a ……. W/m^2K, con un valore di fattore solare
……, con un valore di trasmissione luminosa pari a ……., certificato da un
laboratorio ufficiale, in conformità alla norma UNI EN 410.
I valori di trasmittanza termica per le principali tipologie di vetri sono quelli previsti dalla norma UNI EN
ISO 10077.
Le tipologie dei vetri dei serramenti sono quelle indicate qui di seguito.

Tabella 38.2 - Tipologie dei vetri dei serramenti

Codice identificativo del serramento (riferimento: abaco dei serramenti)	Tipologia del vetro	Caratteristiche	Spessore	Colore	Norme di riferimento

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 410 – *Vetro per edilizia. Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate* ;
UNI EN ISO 10077-1 – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità* ;
UNI EN ISO 10077-2 – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai.*

a)vetri isolanti:
UNI EN 1279-1 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema* ;
UNI EN 1279-2 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua* ;
UNI EN 1279-3 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas* ;
UNI EN 1279-4 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo* ;
UNI EN 1279-5 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità* ;
UNI EN 1279-6 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche* ;

b)vetro di silicato sodo-calcico:
UNI EN 572-1 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche* ;
UNI EN 572-2 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 2: Vetro float* ;
UNI EN 572-5 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro stampato* ;
UNI EN 572-4 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro tirato* ;

c) vetro profilato armato e non armato
UNI EN 572-3 – *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicati sodo-calcico. Parte 3: Vetro lustro armato* ;
UNI EN 572-6 – *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 6: Vetro stampato armato* ;
UNI EN 572-7 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro profilato armato e non armato* ;

d) vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza:
UNI EN ISO 12543-1 – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti* ;
UNI EN ISO 12543-2 – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza* ;

UNI EN ISO 12543-3 *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato*;
UNI EN ISO 12543-4 *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità*;
UNI EN ISO 12543-5 *Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi* ;
UNI EN ISO 12543-6 *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto* ;
e) vetro rivestito:
UNI EN 1096-1 *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Definizione e classificazione* ;
UNI EN 1096-2 *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B e S*;
UNI EN 1096-3 *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D*;
UNI EN 1096-4 *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Parte 4: Valutazione della conformità/Norma di prodotto*.

34.10.9 Pannelli

I pannelli devono essere inseriti come indicato nei disegni progettuali, e devono essere real ……., con finitura superficiale interna …….. ed esterna ……., colore ……., strato isolante in ……, di densità …….. kg/m^3, di resistenza termica …….. m^{2}K/W, spessore …… mmm.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12086 *Isolanti termici per edilizia. Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo*;
UNI EN 12087 *Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a lungo termine: prova attraverso immersione* ;
UNI EN 12088 *Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per diffusione per lungo periodo.*

34.11 Porte e chiusure resistenti al fuoco

34.11.1 Generalità

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco comprendono:
- porte su perni e su cardini;
- porte scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, incluse le porte articolate scorrevoli e le porte s
- porte a libro in acciaio, monolamiera (non coibentate);
- porte scorrevoli a libro;
- porte basculanti;
- serrande avvolgibili.

Per assicurare la tenuta al fumo le porte tagliafuoco devono essere corredate da guarnizioni etumes

34.11.2 Valutazione delle caratteristiche

La valutazione delle caratteristiche, delle prestazioni, nonché le modalità di redazione del rapporto in forma completa di porte ed elementi di chiusura resistenti al fuoco, si effettua secondo quanto s nella norma UNI EN 1634-1, per quanto da essa richiamato, nelle norme UNI EN 1363-1 e UNI EN 1363-2.
La valutazione delle prestazioni, da effettuare tramite la prova a fuoco secondo la curva di riscal prevista dalla UNI EN 1363-1, va condotta previo il condizionamento meccanico previsto al punto 10.

comma a) della norma UNI EN 1634-1. Il condizionamento meccanico deve essere eseguito secondo qua
descritto nell'allegato A del D.M. 20 aprile 2001.
Salvo diversa indicazione dei decreti di prevenzione incendi, la classe di resistenza al fuoco rich
porte e altri elementi di chiusura con la terminologia in uso, da intendersi, con la nuova classificazione,
equivalente a E e a EI2 rispettivamente. Laddove sia prescritto l'impiego di porte e altri elementi d
classificati E ed EI2, potranno essere utilizzate porte omologate con la nuova classificazione rispetto di
tutte le condizioni previste dal D.M. 20 aprile 2001.

34.11.3 Classificazione delle porte resistenti al fuoco

Il sistema di classificazione adottato per le porte resistenti al fuoco è qui di seguito illustrato.

E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI_1	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI_2	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EW	-	20	30	-	60	-	-	-	-

Il requisito di tenuta è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a non lasciar passare
produrre, se sottoposto all'azione dell'incendio su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non es
La perdita del requisito si ha al verificarsi di uno dei seguenti fenomeni:
- aperture di fessure passanti superiori a fissate dimensioni (punto 10.4.3 della norma UNI EN 1363-1);
- accensione di un batuffolo di cotone posto ad una distanza di 30 mm per un massimo di 30
10.4.5.2 della norma UNI EN 1363-1) su tutta la superficie;
- presenza di fiamma persistente sulla faccia non esposta.
Il requisito di isolamento è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a ridurre entro un c
limite la trasmissione del calore dal lato esposto all'incendio al lato non esposto.
La perdita del requisito di tenuta significa anche perdita del requisito di isolamento, sia che il limite
di temperatura sia stato superato o meno.
Sono previsti due criteri di isolamento:
- isolamento I1;
- isolamento I2.

ISOLAMENTO I1

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei s
fenomeni:
- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della n
EN 1634-1);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 25 mm d
visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.4 lettera b) della norma UNI EN 1634-1);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 180°C a una distanza di 100 mm dal foro di passa
telaio è più largo di 100 mm, o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a
(punto 9.1.2.3 lettera b) della norma UNI EN 1634-1).

ISOLAMENTO I2

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei s
fenomeni:
- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della n
EN 1634-1);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 100 mm d
visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.3 lettera a) della norma UNI EN 1634-1);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 360°C a una distanza di 100 mm dal foro di passa
telaio è più largo di 100 mm o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a
(punto 9.1.2.3 lettera b) della norma UNI EN 1634-1).

Il requisito di irraggiamento è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a resistere all'incen
agente su una sola faccia, riducendo la trasmissione di calore radiante sia ai materiali costituenti la s
non esposta sia ad altri materiali o a persone ad essa adiacenti.
Una porta o altro elemento di chiusura che soddisfa i criteri di isolamento I1 o I2 si ritiene che sodd
il requisito di irraggiamento per lo stesso tempo. La perdita del requisito di tenuta determina
automaticamente perdita del requisito di irraggiamento.

34.11.4 Omologazione

Le porte e altri elementi di chiusura da impiegarsi nelle attività soggette alle norme di prevenzion
devono essere omologati.
Per *omologazione* si intende l'atto conclusivo attestante il corretto espletamento della procedura te
amministrativa illustrata nel presente decreto, finalizzata al riconoscimento dei requisiti certificati d
resistenti al fuoco. Con tale riconoscimento è autorizzata la riproduzione del prototipo e la c
immissione in commercio di porte resistenti al fuoco omologate, con le variazioni consentite dall
UNI EN 1634-1 nel campo di applicazione diretta del risultato di prova, integrate dalle variazioni rip
nell'allegato C del D.M. 20 aprile 2001.
Per *prototipo* si intende il campione, parte del campione medesimo e/o la documentazione idon
completa identificazione e caratterizzazione della porta omologata, conservati dal laboratorio che
certificato di prova.
Per *porta omologata* si intende la porta o altro elemento di chiusura per il quale il produttore ha esplet
procedura di omologazione.
Per *produttore* della porta resistente al fuoco, si intende il fabbricante residente in uno dei paesi dell'U
europea, ovvero in uno dei paesi costituenti lo SEE, nonché ogni persona che, apponendo il proprio
nome, marchio o segno distintivo sulla porta resistente al fuoco, si presenti come rappresentante a
dallo stesso, purché residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi co
l'accordo SEE.
Per *certificato di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio o da un organismo
certificazione, con il quale, sulla base dei risultati contenuti nel rapporto di prova, si certifica la c
resistenza al fuoco del campione sottoposto a prova.
Per *rapporto di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio a seguito della prova, riport
quanto indicato al punto 12 della norma UNI EN 1634-1 e al punto 12.1 della norma UNI EN 1363-1.
L'omologazione decade automaticamente se la porta resistente al fuoco subisce una qualsiasi mod
prevista nell'atto di omologazione.

34.11.5 Documentazione tecnica che il produttore deve allegare ad ogni fornitura

Il produttore, per ogni fornitura di porte resistenti al fuoco, deve allegare la seguente docume
tecnica:
- copia dell'atto di omologazione della porta;
- dichiarazione di conformità alla porta omologata;
- libretto di installazione, uso e manutenzione.

Dichiarazione di conformità

Per *dichiarazione di conformità* si intende la dichiarazione, rilasciata dal produttore, attestante la conform della porta resistente al fuoco alla porta omologata e contenente, tra l'altro, i seguenti dati:
- nome del produttore;
- anno di costruzione;
- numero progressivo di matricola;
- nominativo del laboratorio e dell'organismo di certificazione se diversi;
- codice di omologazione;
- classe di resistenza al fuoco.

Con la dichiarazione di conformità, il produttore si impegna a garantire comunque la prestazione ce quali che siano le modifiche apportate alla porta resistente al fuoco tra quelle consentite nell omologazione.

Marchio di conformità

Per *marchio di conformità* si intende l'indicazione permanente e indelebile apposta dal produttore sulla p resistente al fuoco, contenente almeno il numero progressivo di matricola e il codice di omologazio Il marchio di conformità deve essere applicato dal produttore sulla porta resistente al fuoco.

Libretto di installazione, uso e manutenzione

Per *libretto di installazione, uso e manutenzione* si intende il documento, allegato ad ogni singola fornitura di porte resistenti al fuoco, che riporta, come minimo, i seguenti contenuti:
- modalità e avvertenze d'uso;
- periodicità dei controlli e delle revisioni con frequenza almeno semestrale;
- disegni applicativi esplicativi per la corretta installazione, uso e manutenzione della porta;
- avvertenze importanti a giudizio del produttore.

34.12 Norme di riferimento

D.M. 14 dicembre 1993 – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura* .
D.M. 27 gennaio 1999 – *Resistenza al fuoco di porte e altri elementi di chiusura. Prove e criteri di classificazione* .
D.M. 20 aprile 2001 – *Utilizzazione di porte resistenti al fuoco di grandi dimensioni* .
D.M. 21 giugno 2004 – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura* .
UNI EN 1634-1 – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili* ;
UNI EN 1634-3 – *Prove di resistenza al fuoco per porte ed elementi di chiusura. Porte e chiusure a tenuta fumo* ;
UNI EN 1634-3 – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura* ;
UNI EN 1363-1 – *Prove di resistenza al fuoco. Requisiti generali* ;
UNI EN 1363-2 – *Prove di resistenza al fuoco. Procedure alternative e aggiuntive* ;
UNI ENV 1363-3 – *Prove di resistenza al fuoco. Verifica della prestazione del forno* .

- elementi verniciati:

UNI 8456 – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma* ;

UNI 8457 – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma* ;
UNI 9174 – *Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innesco in presenza di calore radiante*.
UNI EN ISO 1182 – *Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione. Prova di non combustibilità* .

Prodotti per isolamento termico

34.13 Generalità
I prodotti per l'isolamento termico dell'edificio devono essere conformi alle prescrizioni proge riportare la prescritta marcatura come previsto dalle specifiche norme UNI.

34.14 Polistirene espanso (PSE)
Il polistirene espanso è un isolante termico che presenta specifiche proprietà di isolamento acu impatto. Per le sue caratteristiche di rigidità dinamica e comprimibilità, è particolarmente ada protezione dai rumori d'urto e da calpestio. Il prodotto è consigliato per applicazioni di isolante intercapedine o all'interno.
Il prodotto si può presentare sotto forma di:
- lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS);
- lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS);
- lastre di polistirene per mezzo di procedimento continuo di estrusione (XPS).

La norma UNI EN 13163 prevede:
- marcatura CE (sistema di attestazione della conformità: 3);
- prove iniziali di tipo (ITT);
- controllo di produzione in fabbrica (a cui controllo della rigidità dinamica (metodo di prova: EN 29052-1; frequenza minima di prova: una ogni settimana) e della comprimibilità (metodo di prova: EN 12431; frequenza minima di prova: una ogni settimana).

Il polistirolo espanso elasticizzato non necessita di marcatura CE. Il prodotto è utilizzabile per pavimentazioni, pareti, facciate, sottofondazioni, isolamento esterno a cappotto e intercapedine.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7819 – *Materie plastiche cellulari rigide. Lastre in polistirene espanso per isolamento termico. Tipi, requisiti e prove* ;
UNI EN 13163 – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione* ;
UNI EN 13164 – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione* .

34.15 Poliuretani e poliisocianurati espansi
Il poliuretano è un polimero che si ottiene da una reazione esotermica tra un isocianato (MDI, difenilmetildiisocianato o toluendiisocianato) e un poliolo (polietere o poliestere). Il prodotto può es applicato per colata, spruzzo, spalmatura, iniezione, estrusione, laminazione, poltrusione e roto-mo

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8751 – *Materie plastiche cellulari rigide. Poliuretani e poliisocianurati espansi in lastre da blocco. Tipi, requisiti e prove* ;
UNI 9051 – *Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli di poliuretano espanso rigido con paramenti flessibili prodotti in continuo Tipi, requisiti e prove* ;
UNI 9564 – *Materie plastiche cellulari rigide. Poliuretani espansi rigidi applicati a spruzzo. Tipi, requisiti e prove*.

34.16 Argilla espansa

I requisiti per i prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ per l'isolamento di tetti, solai di copertura e pavimenti, sono previsti dalla norma UNI EN 14063-1. La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e include le procedure per effettuare le prove, la marcatura e l'etichettat
L'argilla espansa si presenta in granuli tondeggianti di colore rosso-bruno, caratterizzati da:
- una dura scorza esterna molto resistente alla compressione e al fuoco, che conferisce anche l'inatt
da parte di agenti chimici e atmosferici;
- una struttura interna, costituita da piccole celle chiuse e vetrificate che determinano la legg
l'isolamento termo-acustico.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 14063-1 – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ. Parte 1: Specifiche per i prodotti sfusi prima della messa in opera.*

34.17 Lana minerale

La norma UNI EN 13162 specifica i requisiti per i prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica, con o s
rivestimenti, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici. Il materiale isolante
consistenza simile alla lana, in quanto è fabbricato con rocce fuse, scorie oppure vetro.
I prodotti in lana minerale possono essere sotto forma di rotoli, di feltri o di pannelli.
I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio)
informazioni previste dal punto 8 della norma UNI EN 13162

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 13162 – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica. Specificazione* .

34.18 Vetro cellulare

I requisiti per i prodotti di vetro cellulare (detto anche *vetro schiuma* o *vetro cellulare espanso*) ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono impiegati per l'isolamento termico degli edifici, son
descritti dalla norma UNI EN 13167. La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e comprer
procedimenti di prova, valutazione di conformità, CE ed etichettatura.
I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio)
informazioni previste dal punto 8 della norma UNI EN 13167

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 13167 – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica. Specificazione* .

34.19 Perlite espansa

I requisiti per i prodotti di perlite espansa ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono impiega
per l'isolamento termico degli edifici, sono quelli descritti dalla norma UNI EN 13169. La norma descrive
anche le caratteristiche del prodotto e comprende procedimenti di prova, valutazione di cor
marcatura CE ed etichettatura.
I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio)
informazioni previste dal punto 8 della norma UNI EN 13169

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 13169 – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di perlite espansa (EPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione;*
UNI EN 14316-1 – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP). Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera* ;

UNI EN 14316-2 *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP). Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera* .

34.20 Vermiculite espansa

La vermiculite è una roccia di origine vulcanica costituita da silicato di alluminio e magnesio idra tracce di ossido di ferro. Il minerale grezzo viene frantumato, macinato e sottoposto ad elevate t (100°C) che provocano l'evaporazione dell'acqua e l'espansione del granulo, ottenendo, così, una cellulare costituita da microcavità chiuse non comunicanti tra loro e con l'esterno, che ne det l'impermeabilità all'acqua e un potere isolante. La vermiculite si presenta sotto forma di granuli irreg La norma UNI EN 14317-1 specifica i requisiti relativi ai quattro tipi di prodotto di vermiculite espansa:
- aggregato di vermiculite espansa (EV);
- vermiculite rivestita (EV);
- vermiculite idrofugata (EV);
- vermiculite premiscelata (EV).

Tali prodotti contengono meno dell'1% di materiale organico come definito nell'appendice D della norma UNI, e sono utilizzati per l'isolamento in situ di tetti, solai di copertura, muri e pavimenti. La fornisce le specifiche per i prodotti prima dell'installazione, descrive le caratteristiche del pro contempla le procedure per le prove, la valutazione di conformità, la marcatura e l'etichettatura.
I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) informazioni previste dal punto 8 della UNI EN 14317-1

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 14317-1 *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera* ;
UNI EN 14317-2 *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera* .

34.21 Fibre di legno

I requisiti per i prodotti di fibre di legno ottenuti in fabbrica con o senza rivestimenti rigidi o fle vernici, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici, devono essere quelli previsti dal UNI EN 13171
I prodotti sono fabbricati in forma di rotoli, materassini, feltri, lastre o pannelli.
I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) informazioni previste dal punto 8 della UNI EN 13171

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 13171 *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di fibre di legno (WF) ottenuti in fabbrica. Specificazione* .

34.22 Sughero espanso

I requisiti per i prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica che sono utilizzati per l'isolamento degli edifici, devono essere quelli previsti dalla norma UNI EN 13170. I prodotti sono fabbricati con sughero granulato, agglomerato senza aggiunta di leganti e forniti sotto forma di pannelli senza rive
I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) informazioni previste dal punto 8 della UNI EN 13170

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 13170 *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione* .

Art. 35. Prodotti per isolamento e assorbimento acustico

35.1 Prodotti per assorbimento acustico

Si definiscono *materiali assorbenti acustici* (o *materiali fonoassorbenti*) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora Questa proprietà deve essere valutata con il coefficiente di assorbimento, α_W, definito dall'espressione:

$$\alpha_W = Wa/Wi$$

dove
Wi = energia sonora incidente;
Wa = energia sonora assorbita.

35.1.1 Classificazione dei materiali

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta di struttura (fibrosa o alveolare), la proprietà fonoassorbente dipende dalla spessore.
I materiali fonoassorbenti si classificano come segue:
– materiali fibrosi:
- minerali (fibra di vetro, fibra di roccia);
- vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).
– materiali cellulari minerali:
- calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
- laterizi alveolari;
- prodotti a base di tufo.
– materiali cellulari sintetici:
- poliuretano a celle aperte (elastico-rigido);
- polipropilene a celle aperte.

35.1.2 Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predet si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:
- lunghezza e larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore n documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua docum tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;
- massa areica: deve rientrare nei limiti prescritti nelle UNI o negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione te accettate dalla direzione dei lavori;
- coefficiente di assorbimento acustico: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte nel UNI EN 354, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto o, in assenza, a quelli dichiarati dal pro e accettati dalla direzione dei lavori.
Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:
- resistività al flusso d'aria;
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.
La direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su c della fornitura, oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riporta

In caso di contestazione, i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra s stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecn (primariamente norme internazionali o estere).

35.1.3 Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera, devono essere dichiarate caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione de deve, inoltre, attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorre necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.
Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere ad una o più delle caratteri idoneità all'impiego, comprese tra quelle elencate nella tabella 40.1, in relazione alla loro destinazi (pareti, coperture, contro soffittature, pavimenti, ecc.).
Se i valori non vengono prescritti, valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla direzione d
In caso di contestazione, i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra s stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecn (primariamente norme internazionali o estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dai non sono necessari controlli.

Tabella 40.1 - Caratteristiche di idoneità all'impiego dei materiali fonoassorbenti in relazione a destinazione d'uso

Caratteristica	Unità di misura	Destinazione d'uso A B C D valori richiesti
Comportamento all'acqua: - assorbimento d'acqua per capillarità; - assorbimento d'acqua per immersione %; - resistenza a gelo e a disgelo cicli; - permeabilità vapor d'acqua.	% % cicli μ	(.....) (.....) (.....) (.....)
Caratteristiche meccaniche: - resistenza a compressione e a carichi di lunga durata; - resistenza a taglio parallelo alle facce; - resistenza a flessione; - resistenza a punzonamento; - resistenza a costipamento.	N/mm² N/mm² N/mm² N/mm² %	(.....) (.....) (.....) (.....) (.....)
Caratteristiche di stabilità: - stabilità dimensionale; - coefficiente di dilatazione lineare; - temperatura limite di esercizio: A =.... B =.... C =.... D =....	% mm/m °C	(.....) (.....) (.....)

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN ISO 354 *Acustica. Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante* ;
UNI EN ISO 11654 *Acustica. Assorbitori acustici per l'edilizia. Valutazione dell'assorbimento acustico* ;
UNI ISO 13472-1 *Acustica. Misurazione in situ del coefficiente di assorbimento acustico di superfici stradali. Metodo della superficie estesa* ;
UNI EN 12354-6 *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.*

35.2 Prodotti per isolamento acustico

35.2.1 Definizioni

Si definiscono *materiali isolanti acustici* (o *materiali fonoisolanti*) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa. Questa proprietà è valutata con il potere fonois definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log Wi/Wt$$

dove
Wi = energia sonora incidente;
Wt = energia sonora trasmessa.
Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia devono possedere fonoisolanti. Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areic Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formate da strati di materi il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e da degli strati, dalle modalità di accoppiamento e dalla eventuale presenza di intercapedini d'aria.

35.2.2 Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterm devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza e larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure sp
negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produtt
sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri do
progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua docum
tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;
- massa areica: deve rientrare nei limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti proget
assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione te
accettate dalla direzione tecnica;
- potere fonoisolante: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN ISO 140-3
deve rispondere ai valori prescritti nel progetto o, in assenza, a quelli dichiarati dal produttore e
dalla direzione dei lavori.
Saranno, inoltre, da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:
- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.
La direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su c
della fornitura, oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riporta
In caso di contestazione, i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra s
stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura
(primariamente norme internazionali o estere).

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN ISO 140-1 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1: Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale* ;
UNI EN ISO 140-3 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 3: Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio* ;
UNI EN ISO 140-4 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti* ;
UNI EN ISO 140-5 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate* ;
UNI EN ISO 140-6 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai* ;
UNI EN ISO 140-7 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai* ;
UNI EN ISO 140-8 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edificio. Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio pesante normalizzato* ;
UNI EN ISO 140-11 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 11: Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio leggero normalizzato* ;
UNI EN ISO 140-12 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico dai rumori trasmessi per via aerea e dal calpestio tra due ambienti attraverso un pavimento sopraelevato* ;
UNI EN ISO 140-14 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 14: Linee guida per situazioni particolari in opera* ;

UNI EN ISO 140-16 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 16: Misurazione in laboratorio dell'incremento del potere fonoisolante mediante rivestimento addizionale*;
UNI EN ISO 140-18 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 18: Misurazione*.
UNI EN 12354-1 *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti* ;
UNI EN 12354-2 *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti* ;
UNI EN 12354-3 *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea* ;
UNI EN 12354-4 *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Trasmissione del rumore interno all'esterno* ;
UNI EN 12354-6 *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti.Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi* .

35.2.3 Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate l caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera.
La direzione dei lavori deve, inoltre, attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del pr opera ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc.significativi dello strato realizzato.

Art. 36. Apparecchi sanitari

36.1 Terminologia, classificazione e limiti di accettazione

Sono denominati *apparecchi sanitari* quei prodotti finiti per uso idraulico-sanitario, costituiti da materia ceramico, materiali metallici o materie plastiche.
In particolare, per il materiale ceramico sono ammessi solo apparecchi sanitari di prima scelta reali porcellana dura (vetrous china) o gres porcellanato (fire clay), secondo le definizioni della norma UNI 4542.
Gli apparecchi in materiale metallico o ceramico dovranno essere conformi alle seguenti norme U quanto concerne i requisiti di accettazione:
UNI 4542 *Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione* ;
UNI 4543-1 *Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto* ;
UNI 4543-2 *Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto* .

36.2 Requisiti

Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente soddisfare i seguenti requisiti:
- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica.

36.3 Norme di riferimento

36.3.1 Lavabi, lavamani e lavelli da cucina

Le caratteristiche dei lavabi, dei lavamani e dei lavelli da cucina, devono rispondere alle seguenti no

UNI EN 14688 *Apparecchi sanitari. Lavabi. Requisiti funzionali e metodi di prova* ;
UNI EN 13310 *Lavelli da cucina. Requisiti funzionali e metodi di prova* ;
UNI EN 695 *Lavelli da cucina. Quote di raccordo* ;
UNI EN 14296 *Apparecchi sanitari. Lavabi a canale* ;
UNI EN 31 *Lavabi. Quote di raccordo* ;
UNI EN 32 *Lavabi sospesi. Quote di raccordo* .

36.3.2 Vasi

Le caratteristiche dei vasi devono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 33 *Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo* ;
UNI EN 34 *Vasi sospesi a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo* ;
UNI EN 37 *Vasi a pavimento a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo* ;
UNI EN 38 *Vasi sospesi a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo* ;
UNI 8196 *Vasi a sedile ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova;*
UNI EN 997 *Apparecchi sanitari. Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato* .

36.3.3 Orinatoi

Gli orinatoi devono avere caratteristiche tali da consentire l'evacuazione anche di materiale solido d
dimensioni (mozziconi di sigarette, caramelle, ecc.), senza provocare l'ostruzione del raccordo di sc
Le caratteristiche degli orinatoi devono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 80 *Orinatoi a parete senza sifone incorporato. Quote di raccordo* ;
UNI EN 12541 *Rubinetteria sanitaria. Valvole per cassette e orinatoi a chiusura automatica PN 10* ;
UNI EN 13407 *Orinatoi a parete. Requisiti funzionali e metodi di prova* .

36.3.4 Bidè

Le caratteristiche dei bidè devono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 35 *Bidè appoggiati sul pavimento con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo* ;
UNI EN 36 *Bidè sospesi con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo* ;
UNI EN 14528 *Bidè. Requisiti funzionali e metodi di prova* ;
UNI 8195 *Bidè ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova* .

36.3.5 Vasche da bagno

Le caratteristiche delle vasche da bagno devono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 232 *Vasche da bagno. Quote di raccordo* ;
UNI EN 198 *Specifiche per vasche da bagno per usi domestici prodotte con materiali acrilici* .
UNI EN 263 *Apparecchi sanitari. Lastre acriliche colate reticolate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici* .

36.3.6 Piatti doccia

Le caratteristiche dei piatti doccia devono rispondere alle seguenti norme:
UNI EN 251 *Piatti doccia. Quote di raccordo* ;
UNI EN 263 *Specifiche per lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici* ;
UNI EN 14527 *Piatti doccia per impieghi domestici* .

36.4 Spazi minimi funzionali per egli apparecchi sanitari

36.4.1 Spazi minimi e misure di sicurezza

L'installazione degli apparecchi sanitari deve rispettare gli spazi minimi di rispetto previsti dall'appe della norma UNI 9182 - *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione* . In particolare:

- lo spazio antistante l'apparecchio sanitario deve essere profondo almeno 55 cm;
- la tazza wc e il bidè devono essere distanti almeno 20 cm;
- la tazza wc, il bidè e il lavandino devono essere distanziati almeno 10 cm;
- il wc deve distare dalla parete laterale almeno 15 cm;
- il bidè deve distare dalla parete laterale almeno 20 cm.

I supporti di fissaggio, a pavimento o a parete, devono garantire la stabilità dell'apparecchio dura uso, soprattutto se di tipo sospeso.

Gli apparecchi metallici devono essere collegati al conduttore di protezione, a sua volta collegato messa a terra.

Le prese di corrente in prossimità degli apparecchi sanitari devono avere requisiti tali da imp folgorazione elettrica.

Gli apparecchi sanitari devono essere idoneamente desolidarizzati in conformità all'appendice P del UNI 9182

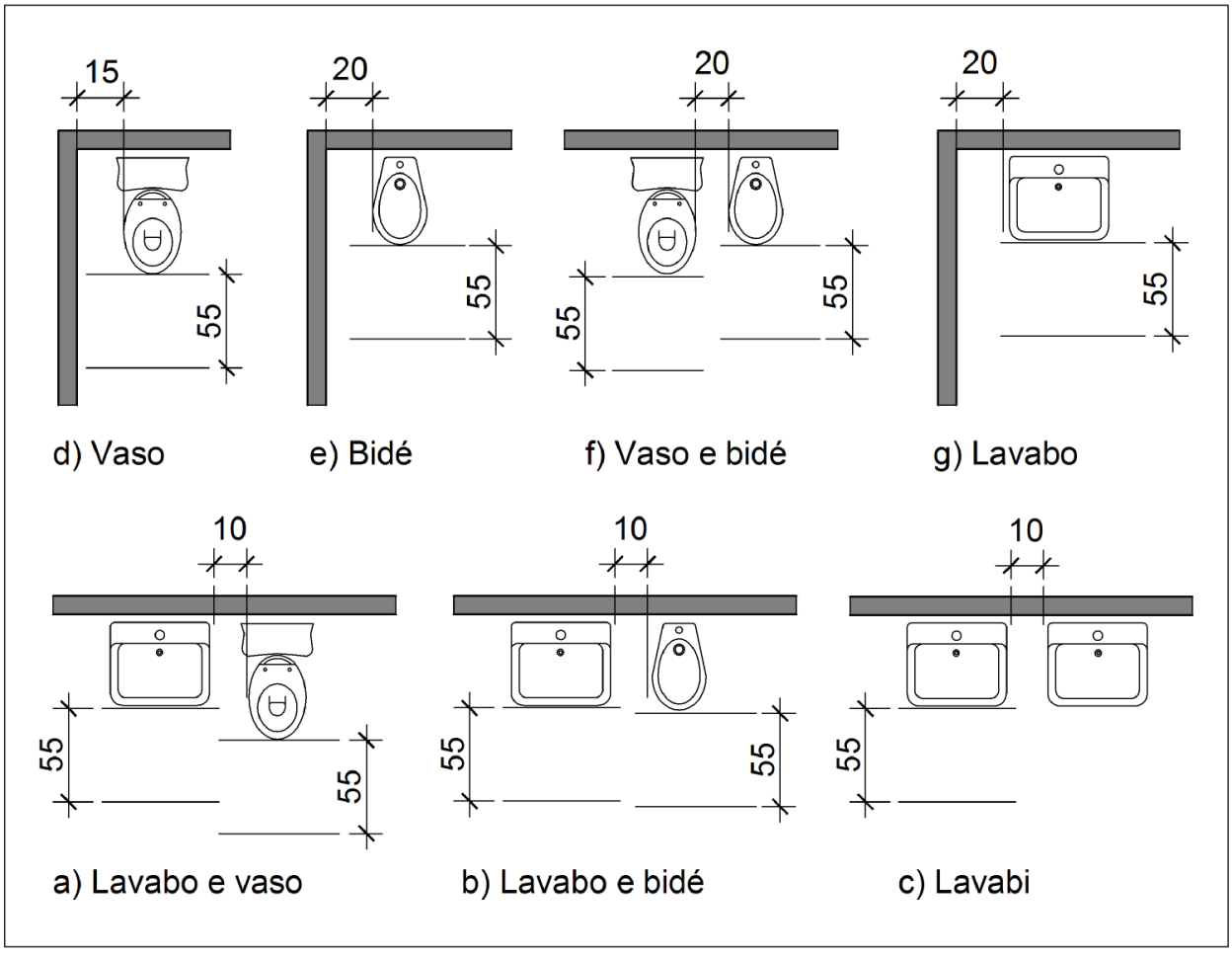


Figura 41.1 - Spazi minimi per gli apparecchi sanitari (norma UNI 9182)

36.4.2 Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote

Per garantire la manovra e l'uso degli apparecchi anche alle persone con impedita capacità motor essere previsto, in rapporto agli spazi di manovra di cui al punto 8.0.2 del D.M. n. 236/1989, l'acc laterale alla tazza wc, bidè, vasca, doccia, lavatrice e l'accostamento frontale al lavabo.

In particolare devono essere rispettati i seguenti spazi minimi funzionali:

- lo spazio necessario all'accostamento e al trasferimento laterale dalla sedia a ruote al wc, al bidè, tazza ove previsto, deve essere minimo 100 cm misurati dall'asse dell'apparecchio sanitario;
- lo spazio necessario all'accostamento laterale della sedia a ruote alla vasca deve essere minimo lungo la vasca con profondità minima di 80 cm;
- lo spazio necessario all'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo deve essere minimo misurati dal bordo anteriore del lavabo.

36.4.3 Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari

Relativamente alle caratteristiche degli apparecchi sanitari, inoltre:

- i lavabi devono avere il piano superiore posto a 80 cm dal calpestio ed essere sempre senza c sifone, preferibilmente del tipo accostato o incassato a parete;
- i wc e i bidè preferibilmente sono di tipo sospeso. In particolare, l'asse della tazza wc deve essere posto ad una distanza minima di 40 cm dalla parete laterale, il bordo anteriore a 75÷80 cm da posteriore e il piano superiore a 45÷50 cm dal calpestio.

Qualora l'asse della tazza wc o del bidè sia distante più di 40 cm dalla parete, si deve prevedere, a 4 dall'asse dell'apparecchio sanitario, un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento. La deve essere a pavimento, dotata di sedile ribaltabile e doccia a telefono.

36.4.4 Impugnature di sicurezza

Nei locali igienici deve, inoltre, essere prevista l'attrezzabilità con maniglioni e corrimano orizzon verticali in vicinanza degli apparecchi. Il tipo e le caratteristiche dei maniglioni o corrimano devon conformi alle specifiche esigenze riscontrabili successivamente all'atto dell'assegnazione dell'allo posti in opera in tale occasione.

Nei servizi igienici dei locali aperti al pubblico è necessario prevedere e installare il corrimano in pr della tazza wc, posto ad altezza di 80 cm dal calpestio, e di diametro 3-4 cm. Se fissato a parete, de posto a 5 cm dalla stessa.

36.4.5 Casi di adeguamento

Nei casi di adeguamento di edifici nei locali igienici, è consentita l'eliminazione del bidè e la sost della vasca con una doccia a pavimento, al fine di ottenere, anche senza modifiche sostanziali del l spazio laterale di accostamento alla tazza wc, da definire sufficienti spazi di manovra.

36.4.6 Visitabilità

Negli alloggi di edilizia residenziali nei quali è previsto il requisito della visitabilità, il servizio igie intende accessibile se è consentito almeno il raggiungimento di una tazza wc e di un lavabo, da parte di persona su sedia a ruote.

Per *raggiungimento dell'apparecchio sanitario* si intende la possibilità di arrivare sino alla diretta prossimità di esso, anche senza l'accostamento laterale per la tazza wc e frontale per il lavabo.

Art. 37. Rubinetteria sanitaria

37.1 Categorie

La rubinetteria sanitaria considerata nel presente articolo è quella appartenenti alle seguenti categor
– rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;

– gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e m
portata d'acqua.
I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:
- comandi distanziati o gemellati;
- corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete);
- predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale.
– miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore, m
prima i due flussi e regolando, poi, la portata della bocca di erogazione. Le due regolazioni sono eff
volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta.
I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:
- monocomando o bicomando;
- corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete);
- predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
- miscelatore termostatico, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma ch
automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'ac
temperatura prescelta.

37.2 Caratteristiche

La rubinetteria sanitaria, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, deve rispon
seguenti caratteristiche:
- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto reg
comunque, senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità e assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi;
- continuità nella variazione di temperatura tra la posizione di freddo e quella di caldo e viceve
rubinetti miscelatori).
La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e
miscelatori quando essi rispondono alla norma UNI EN 200 e ne viene comprovata la rispondenza con
certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI. Per gli altri rubinetti si applica la norma UNI EN
200 (per quanto possibile) o si farà riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti n
esteri).

37.3 Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)

I rubinetti a passo rapido, flussometri, indipendentemente dal materiale costituente e dalla s
costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:
- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua
per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

37.4 Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi

Le cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi, indipendentemente dal materiale costituen
soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:
- troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;

- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio, sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che la tenuta ai gas;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi c abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione.

37.5 Fornitura e stoccaggio

I rubinetti devono essere forniti in imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. ne trasporto e movimentazione in cantiere.

Il foglio informativo deve accompagnare il prodotto, dichiarando le caratteristiche dello stesso e informazioni utili per il montaggio, la manutenzione, ecc.

37.6 Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria).

I tubi di raccordo rigidi e flessibili, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione co devono rispondere alle caratteristiche seguenti:
- inalterabilità alle azioni chimiche e all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

I tubi metallici flessibili devono essere conformi alla norma UNI 9028.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9028 – *Tubi compositi flessibili (e relativi raccordi metallici) per impianti idrici e termici* ;
UNI 11208 – *Flessibili estraibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10).*

37.7 Rubinetti idonei ai portatori di handicap

Nei locali igienici destinati a portatori di handicap, devono essere installati preferibilmente rubin comando a leva, con erogazione dell'acqua calda regolabile mediante miscelatori termostatici, co stabilito dal D.M. n. 236/1989.

I rubinetti devono essere facilmente azionabili dai soggetti portatori di handicap, specialmente se ruote o deambulanti.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1286 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali*;
UNI EN 1287 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali*
UNI EN 15091 – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica* ;
UNI EN 1111 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali* ;
UNI EN 816 – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica PN 10* .

37.8 Norme di riferimento

In caso di contestazione nell'accettazione della rubinetteria si farà riferimento alle seguenti norme:
UNI 9182 – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione* ;

UNI EN 200 – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2. Specifiche tecniche generali;*
UNI EN 246 – *Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei regolatori di getto* ;
UNI EN 248 – *Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei rivestimenti Ni-Cr* ;
UNI EN 816 – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica (PN 10)* ;
UNI EN 817 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici (PN 10). Specifiche tecniche generali* ;
UNI EN 1286 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali*;
UNI EN 1287 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali*;
UNI EN 15091 – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica* ;
UNI 11148 – *Rubinetteria sanitaria. Doccette per rubinetteria da lavello* ;
UNI 10856 – *Rubinetteria sanitaria. Prove e limiti di accettazione dei rivestimenti organici* ;
UNI EN 1111 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali* ;
UNI EN 1112 – *Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);*
UNI EN 1113 – *Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10*).
UNI EN 13828 – *Valvole per edifici. Rubinetti a sfera di leghe di rame e di acciaio inossidabile, a comando manuale, per l'approvvigionamento di acqua potabile negli edifici. Prove e requisiti* ;
UNI EN ISO 3822–1 *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Metodo di misurazione* ;
UNI EN ISO 3822–2 *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Condizioni di montaggio e di funzionamento dei rubinetti di scarico e miscelatori* ;
UNI EN ISO 3822–3 *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Condizioni di montaggio e di funzionamento delle apparecchiature e delle valvole sull'impianto* ;
UNI EN ISO 3822–4 *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Condizioni di montaggio e di funzionamento per apparecchiature speciali* .

Art. 38. Dispositivi di scarico degli apparecchi sanitari

38.1 Generalità

I requisiti relativi alle dimensioni, alle prestazioni, ai materiali e alla marcatura per dispositivi di
sifoni e troppopieno per lavelli, piatti doccia, lavabi, bidè e vasche da bagno raccordati a sistemi di
a gravità, per qualsiasi destinazione d'uso dell'edificio devono essere conformi alla norma UNI EN 274-1
La rispondenza deve comprovata anche da un'attestazione di conformità fornita dall'appaltatore.

38.2 Norme di riferimento

UNI EN 274-1 – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti* ;
UNI EN 274-2 – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Metodi di prova* ;
UNI EN 274-3 – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Controllo qualità* ;
UNI EN 15334 – *Apparecchi sanitari. Dispersioni metacriliche ad alto contenuto di cariche* ;

38.3 Aspetto delle superfici interne ed esterne

Le superfici interne ed esterne dei dispositivi di scarico, ad esame visivo senza ingrandimento
essere lisce, prive di rientranze, rigonfiamenti o qualsiasi altro difetto di superficie che p
compromettere il funzionamento (UNI EN 274-1)
L'aspetto visivo dei rivestimenti elettrolitici NiCr deve essere conforme alla norma UNI EN 248

38.4 Sifoni

Il sifone è un dispositivo che fornisce una tenuta idraulica tra l'uscita di scarico e il tubo di scarico di evitare l'entrata di aria maleodorante dal tubo di scarico nell'edificio, senza ostruire lo scarico de reflua.

I sifoni possono essere del tipo con dotto *a bottiglia*, e quest'ultimo deve presentare una suddivisione o un sifone rovesciato. Tutti i sifoni devono essere facilmente pulibili.

Le caratteristiche del sifone devono essere tali da non ridurre la profondità della tenuta dell'acc sotto del minimo necessario.

Gli ingressi al sifone devono essere tali da poter essere raccordati alle uscite di scarico di dir appropriate, qualora il sifone sia fornito come elemento separato.

Ulteriori ingressi e troppopieno devono essere raccordati in modo tale da garantire la profondi tenuta dell'acqua, in conformità al prospetto 2 della norma UNI EN 274-1.

38.5 Pilette di scarico

Le pilette di scarico sono dispositivi attraverso i quali l'acqua è evacuata dall'apparecchio sanita può essere sigillato per mezzo di una valvola o di un tappo e può essere dotato di una grigli rimovibile.

Le pilette di scarico possono essere fabbricate come pezzo unico o possono comprendere vari p tramite lavorazione meccanica, con o senza troppopieno.

Esse possono includere un sifone.

Le pilette di scarico non dotate di sifone devono avere un'uscita filettata o liscia delle dimensioni nel prospetto 1 della norma UNI EN 274-1.

Le pilette di scarico possono essere dotate di una griglia fissa o rimovibile.

38.6 Prova di sbalzo termico per pilette di scarico e i sifoni. Tenuta

Le pilette di scarico e i sifoni devono essere sottoposti al passaggio di acqua calda e fredda p cicli, come di seguito indicato:

- X l/s di acqua a una temperatura di °C per 15 min con una portata costante;
- X l/s di acqua a una temperatura di (20 ± 5)°C per 10 minuti con una portata costante.

Il valore di X è la portata minima indicata nel prospetto 3 della norma UNI EN 274-1, ma con un massimo di 0,5 l/s.

L'acqua deve entrare nella piletta di scarico alla temperatura richiesta.

38.7 Tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola

La tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola, in conformità alla norma UNI EN 274-2, deve essere verificata:

- installando la piletta di scarico sul fondo del serbatoio di prova con il tappo in posizione o la chiusa;
- riempiendo il serbatoio di prova con acqua a un'altezza di 120 mm e raccogliendo l'eventuale ac passa attraverso la valvola o il tappo della piletta di scarico durante un periodo di un'ora;
- misurando la quantità di acqua raccolta.

38.8 Tenuta dei sifoni

Tutti i componenti e i raccordi del sifone, in conformità alla norma UNI EN 274-2, devono essere sottoposti a una pressione d'acqua di 0,01 MPa (0,1 bar) per un periodo di cinque minuti. Per i sifoni sottopo prova di sbalzo termico, la tenuta deve essere verificata immediatamente dopo la prova.

38.9 Marcatura

Tutti i dispositivi di scarico, posti in opera, devono essere marcati indelebilmente almeno con:

- il nome o il marchio del fabbricante;
- UNI EN 274.

Se la marcatura del prodotto non è praticabile, tale informazione deve essere riportata sull'imball
prodotto.

Art. 39. Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.

Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lav
contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori uffi
prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

– presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:
- verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
- controllo della composizione chimica;
- controllo delle caratteristiche meccaniche;
- prova di trazione sia sul materiale base del tubo che sul cordone di saldatura (per la determina
carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
- prova di curvatura (bending test);
- prova di schiacciamento;
- prova di piegamento;
- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, ad ultrasuoni, con liquidi penetranti);
- controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 KV del riv
esterno.

– presso il deposito di stoccaggio:
- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la sal
testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle speci
progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrat
all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare l
controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad
ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni spe
scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di
eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori
verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore, e avranno valore definitivo circa la rispondenza
della fornitura ai requisiti contrattuali.

39.1 Tubi in acciaio

In generale, un primo riferimento è dato dalle istruzioni della C.M. 5 maggio 1966, n. 2136, che
prescrizioni per i tubi di acciaio per acquedotti, ricavati da lamiere curvate con saldature longitu
elicoidali, con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere. Tali indicazioni, però, devono essere
con le norme UNI applicabili.

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità, e avere, di norma, caratteristiche meccaniche e
rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili della tabella UNI EN 10025, o caratteristiche analoghe, purché
rientranti nei seguenti limiti:
- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm^2;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;

- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di manganese non sia superiore a 0,45%.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 10224 *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura* ;
UNI EN 10326 *Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura* ;
UNI EN 10025 *Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.*

39.1.1 Tolleranze

La C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 stabilisce le seguenti tolleranze:
– spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
- in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del d diametro del tubo;
- in più: limitate dalle tolleranze sul peso;
- diametro esterno ± 1,5% con un minimo di 1 mm.
– diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità:
- 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
- 2,5 mm;
- 1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm.

L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecu regola d'arte della giunzione per saldatura di testa.
– sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm.
Non sono ammesse tolleranze in meno;
– sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche e al peso specifico di 7,85 kg/dm^3: si ammettono le seguenti tolleranze:
- sul singolo tubo: + 10%; – 8%;
- per partite di almeno 10 t: +/– 7,5%.

39.1.2 Tipologie tubi

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati, e ad ogni diametro deve corrispon pressione massima d'esercizio.
Le tubazioni di uso più frequente hanno uno spessore detto *della serie normale*, mentre quelle con spessore minimo si definiscono *della serie leggera*.

Tubi senza saldatura

I tubi senza saldatura devono essere conformi alla norma UNI EN 10224.
I tubi commerciali sono forniti in lunghezza variabile da 4 a 8 m, con tolleranze di + 10 mm per i t 6 m, e di + 15 mm per tubi oltre 6 m. Le tolleranze sono quelle indicate dalla tabella della norma UNI EN 10224.
Per i tubi commerciali, le tolleranze sul diametro esterno, sullo spessore e sulla lunghezza, sono st punto 7.7 della norma UNI EN 10224.
I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sot prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazi deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

39.1.2.1.1 Norme di riferimento

UNI EN 10224 *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura* ;
UNI EN 10216-1 *Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente* ;
UNI EN 10255 *Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura* ;
UNI EN 10208-1 *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A* ;
UNI EN 10208-2 *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B* .

Tubi con saldatura

Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:
UNI EN 10217-1 *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente* ;
UNI EN 10217-2 *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata* ;
UNI EN 10217-3 *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine* ;
UNI EN 10217-4 *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura* ;
UNI EN 10217-5 *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata* ;
UNI EN 10217-6 *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura* ;
UNI EN 10217-7 *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile* .

39.1.3 Designazione e marcatura dei materiali

La designazione dei tubi d'acciaio deve comprendere:
- la denominazione "tubo";
- la norma UNI di riferimento;
- il diametro esterno;
- altre indicazioni facoltative;
- tolleranze sulla lunghezza;
- lunghezza, se diversa da quella normale.

39.1.4 Rivestimento interno

Il rivestimento interno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. Lo spessore m
rivestimento è previsto dalla UNI ISO 127
I tubi devono essere trattati all'interno con un adeguato rivestimento, a protezione della superficie
dall'azione aggressiva del liquido convogliato.
I rivestimenti più impiegati sono:
- bitume di 2-4 mm di spessore;
- resine epossidiche di 0,5-1 mm;
- polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.

La malta cementizia centrifugata e opportunamente dosata per il rivestimento interno, deve esser
unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche mecca

rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo dovrà agire praticamente come armatura.

Norme di riferimento

UNI ISO 127 *Lattice naturale concentrato. Determinazione del numero di* KOH;
UNI ISO 6600 *Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione* ;
UNI ISO 4179 *Tubi di ghisa sferoidale per condotte con e senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Prescrizioni generali* (n.d.r. ritirata senza sostituzione).

39.1.5 Rivestimento esterno

I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati in conformità alla norma UNI ISO 127 (
- primo strato bituminoso, di catrame o di resina sintetica;
- uno o più strati protettivi a base di bitume;
- uno o più strati di armatura in velo di vetro inserito in ogni strato protettivo.

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.
La classe di spessore del rivestimento deve essere conforme alla norma UNI ISO 127
Per ulteriori sistemi di rivestimento (protezione catodica, antisolare, ambiente aggressivo, meccani rimanda alla citata norma UNI ISO 127
La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestiment caldo e non indurito e prima dell'applicazione della protezione antisolare. Negli altri, la prot meccanica può essere applicata durante la posa in opera della tubazione.
I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazi stabilimento. In generale, la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e l'applicazione del rivestimento, per favorirne l'aderenza.

Tabella 44.1 - Tubazioni in acciaio serie leggera

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,0	17,4	16,7	0,742	0,748	3/8
15	21,3	2,3	21,7	21,0	1,08	1,09	1/2
20	26,9	2,3	27,1	26,4	1,39	1,40	3/4
25	33,7	2,9	34,0	33,2	2,20	2,22	1
32	42,4	2,9	42,7	41,9	2,82	2,85	1 ¼
40	48,3	2,9	48,6	47,8	3,24	3,28	1 ½
50	60,3	3,2	60,7	59,6	4,49	4,56	2
65	76,1	3,2	76,3	75,2	5,73	5,85	2 ½
80	88,9	3,6	89,4	87,9	7,55	7,72	3
100	114,3	4,0	114,9	113,0	10,8	11,1	4

Tabella 44.2 - Tubazioni in acciaio serie media

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,3	17,5	16,7	0,893	0,845	3/8
15	21,3	2,6	21,8	21,0	1,21	1,22	1/2
20	26,9	2,6	27,3	26,5	1,56	1,57	3/4

25	33,7	3,2	34,2	33,3	2,41	2,43	1
32	42,4	3,2	42,9	42,0	3,10	3,13	1 ¼
40	48,3	3,2	48,8	47,9	3,56	3,60	1 ½
50	60,3	3,6	60,8	59,7	5,03	5,10	2
65	76,1	3,6	76,6	75,3	6,42	6,54	2 ½
80	88,9	4,0	89,5	88,00	8,36	8,53	3
100	114,3	4,5	115,0	113,1	12,2	12,5	4

Tabella 44.3 - Tubazioni in acciaio serie pesante

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,9	17,5	16,7	1,02	1,03	3/8
15	21,3	3,2	21,8	21,0	1,44	1,45	1/2
20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88	3/4
25	33,7	4,0	34,2	33,3	2,93	2,95	1
32	42,4	4,0	42,9	42,0	3,79	3,82	1 ¼
40	48,3	4,0	48,8	47,9	4,37	4,41	1 ½
50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26	2
65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05	2 ½
80	88,9	5,0	89,5	88,9	10,3	10,5	3
100	114,3	5,4	115,0	113,1	14,5	14,8	4

Tabella 44.4 - Valori di tolleranza per i tubi in acciaio con riferimento alla norma UNI 8863

Tipo	Spessore		Massa lineica	
	+	-	+	-
Saldati	no	10%	10%	8%
Non saldati	no	12,5%	10%	10%

39.2 Tubazioni in gres

I tubi e gli elementi complementari in gres devono essere realizzati con impasti omogenei di argil sottoposte successivamente a cottura ad alte temperature. Le superfici degli elementi posso verniciate sia internamente che esternamente, ad eccezione del bicchiere di giunzione e della pu canne. Sono ammessi piccoli difetti visivi, quali asperità sulla superficie.

La norma UNI EN 295 definisce le esigenze cui devono conformarsi i tubi e gli elementi complement gres a giunzione flessibile con o senza manicotto, destinati alla costruzione di sistemi di fognatura.

39.2.1 Dimensioni

I diametri nominali minimi ammessi sono quelli del prospetto I della norma UNI EN 295-1, che vanno da 100 mm a 1200 mm. La norma ammette anche diametri maggiori a certe condizioni.

Le lunghezze nominali in relazione al diametro nominale sono riportate nel prospetto II della citat UNI EN 295-1. La tolleranza ammessa per i tubi e per gli elementi complementari deve essere co entro – 1% e + 4%, con un minimo di ± 10 mm.

39.2.2 Sistemi di giunzione

Le caratteristiche del materiale impiegato e gli aspetti funzionali delle giunzioni, sono indicati dall UNI EN 295 (parti 1, 2 e 3).

La giunzione si fabbrica in stabilimento, colando resina poliuretanica liquida attorno alla punta e all del bicchiere dei tubi e pezzi speciali di gres.

Gli elementi di tenuta in poliuretano, sottoposti alle prove previste dal punto 15 della norma UNI EN 295-3

devono rispettare le limitazioni del prospetto VII della norma UNI EN 295-1. In particolare, le guarnizioni devono avere le seguenti caratteristiche:
- resistenza a trazione: ≥ 2 N/mm²;
- allungamento a rottura: ≥ 90%;
- durezza: 67 ± 5 shore A.

Le guarnizioni ad anello di gomma devono essere sottoposte alla prova di ozono, secondo le modalità al punto 14 della norma UNI EN 295-3.
I giunti a manicotto di polipropilene, prodotti da fabbricanti in possesso dei requisiti di cui alla norma UNI EN 295, devono essere sottoposti alla prove di cui alla norma UNI EN 295-3 (punto 16), e soddisfare le prescrizioni (indice di rammollimento, resistenza a trazione, allungamento di rottura e temperatura) del prospetto VIII della norma UNI EN 295-1. Tali giunti, se approvvigionati da fornitore esterno, devono essere sottoposti alla prova di cui al punto 17 della norma UNI EN 295-3, resistendo ad una pressione interna di acqua non inferiore a 60 kPa.
Le tubazioni e i pezzi speciali sono predisposti, per la posa in opera, con il bicchiere verso monte quale si dispone la punta del pezzo successivo.
Per le giunzioni, la norma UNI EN 295 prevede i seguenti materiali:
- guarnizioni ad anello di gomma;
- elementi di tenuta di poliuretano;
- giunti a manicotto in polipropilene.

I sistemi di giunzione devono essere in grado di garantire un'omogenea velocità di scorrimento idraulica nei confronti di una pressione interna o esterna di 0,5 bar (5,0 kN/m²) con deviazione angolare rispettivamente di 80 mm/m per DN 100-200, di 30 mm/m per DN 225/500, di 20 mm/m per DN di 10 mm/m per DN > 800.
Il collegamento tra le tubazioni si realizza per semplice infilaggio della punta in gres nel bicchiere n anello in gomma.
Nel caso di utilizzo di condotte con sezione ridotta, per esempio allacciamenti, queste possono pre nuovo sistema di giunzione realizzato con il posizionamento in fabbrica di un anello in gomma all del bicchiere della tubazione.
Altri materiali impiegati per le giunzioni devono rispondere alle indicazioni tecniche fornite dal pro come indicato al punto 3.1.5 della norma UNI EN 295-1.
Per la tenuta all'acqua dei sistemi di giunzione si eseguirà la prova secondo il punto 9 della norma UNI EN 295-3

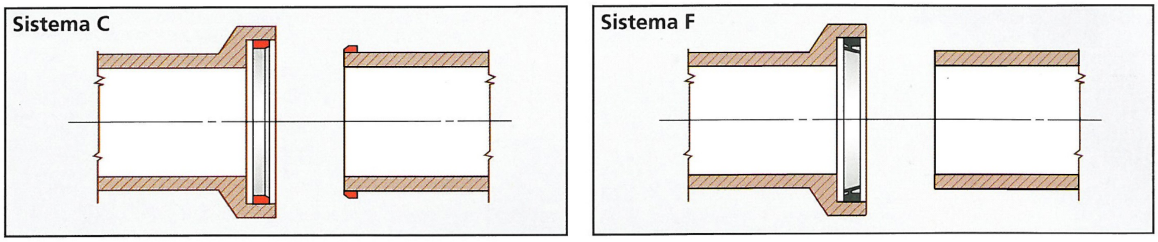


Figura 44. 1 - Sistemi di giunzioni tubi in gres con giunto a bicchiere e guarnizione elastica (norma UNI EN 295)

39.2.3 Norme di riferimento

Per gli elementi in gres si farà riferimento alle norme di seguito riportate.
a) tubi:
UNI EN 295-1 - *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni* ;
UNI EN 295-2 - *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Controllo della qualità e campionamento* ;

UNI EN 295-3 - *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Metodi di prova* ;
UNI EN 295-4 - *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento e accessori compatibili* ;
UNI EN 295-5 - *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres* ;
UNI EN 295-6 - *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per pozzetti di gres* ;
UNI EN 295-7 - *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta* ;

b) mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi:
UNI 9459 - *Mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove* .

39.3 Tubazioni in PVC

Le principali norme di riferimento per le condotte in PVC non plastificato e strutturato sono:
- per i fluidi in pressione: UNI EN 1452;
- per gli scarichi nei fabbricati: UNI EN 1329 e UNI 1543 (PVC strutturato);
- per le fognature: UNI EN 1401;
- per gli scarichi industriali: UNI EN ISO 15493.

39.3.1 Tubazioni per adduzione d'acqua

La norma UNI EN 1452-1 specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo dell'adduzione d'acqua. Le parti comprese tra la seconda e la quinta della stessa norma si applicano ai tubi, raccordi, valvole e attrezzature ausiliarie di PVC-U, anche alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici e non plastici, che possono essere utilizzati per gli impieghi seguenti:
- condotte principali e diramazioni interrate;
- trasporto di acqua sopra terra sia all'esterno che all'interno degli edifici;
- fornitura di acqua sotto pressione a circa 20°C (acqua fredda), destinata al consumo umano e agli usi generali.

La norma è anche applicabile ai componenti per l'adduzione d'acqua fino 45°C compresi.
Le caratteristiche della polvere di PVC devono rispondere ai requisiti della UNI EN 1452-1 e devono soddisfare la tabella 44.5.

Tabella 44.5 - Caratteristiche della resina (polvere) di PVC

Caratteristiche	Requisiti
Valore K	65÷70
Peso specifico apparente	0,5÷0,6
Granulometria	> 250 mm 5% max < 63 mm 5% max
VCM residuo (vinil cloruro monomero)	< 1 ppm (1mg/kg max)
Sostanze volatili	≤ 0,3%

39.3.1.1 Composizione di PVC-U

Il materiale con cui sono prodotti i tubi in PVC-U, i raccordi e le valvole, deve essere una composizione (compound) di policloruro di vinile non plastificato. Questa composizione deve consistere di una resina PVC-U, alla quale sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitare la fabbricazione di tubi, raccordi e valvole conformi alle varie parti della norma UNI EN 1452.

Nessuno degli additivi deve essere utilizzato, separatamente o insieme agli altri, in quantità tali da un pericolo tossico, organolettico o microbiologico, o per influenzare negativamente la fabbricazi proprietà di incollaggio del prodotto, o, ancora, per influire negativamente sulle sue proprietà, meccaniche (in particolare la resistenza agli urti e la resistenza meccanica a lungo termine), come varie parti della norma UNI EN 1452.
Non è ammesso l'impiego di:
- plastificanti e/o cariche minerali che possano alterare le caratteristiche meccaniche e igieniche del
- PVC proveniente dalla rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- materiale di primo uso estruso, ottenuto, cioè, dalla molitura di tubi e raccordi, già estrusi anche caratteristiche conformi alla presente specifica.
Le caratteristiche del blend in forma di tubo devono rispondere ai requisiti della norma UNI EN 1452-1 e soddisfare la tabella 44.6.

Tabella 44. 6 Caratteristiche della miscela

Caratteristiche	Requisiti
M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	≥25 MPa
Peso specifico	1,35÷1,46 g/cm³
Carico unitario a snervamento	≥48 MPa
Allungamento a snervamento	< 10%
Modulo di elasticità	> 3000 MPa
Coefficiente di dilatazione termica lineare	0,06 ÷ 0,08 mm/m°C
Conduttività termica	0,13 kcal/mh°C

39.3.1.2 Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tub essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.
I tubi devono essere di colore grigio, blu o crema. Il colore dei tubi deve essere uniforme per tu spessore. Per le applicazioni sopra terra non devono essere impiegati tubi di colore crema. In consi dell'eventuale esposizione ai raggi solari, un pur minimo abbassamento della tonalità del colore s parte del tubo non deve compromettere l'idoneità del tubo all'impiego e costituire un conseguente rifiuto della fornitura.
La parete del tubo deve essere opaca e non deve trasmettere più dello 0,2% della luce visibile secondo la norma UNI EN 578. Questo requisito non è applicabile ai tubi di colore crema.

39.3.1.3 Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi devono rispondere ai requisiti della norma UNI EN 1452-2 e soddisfare la tabella 44.7.

Tabella 44.7 - Caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi

Caratteristiche	Requisiti		Metodi di prova
Resistenza all'urto	T = 0°C-TIR < 10% conformi al prospetto 6 della norma UNI EN 1452-2		UNI EN 744
Resistenza alla pressione intera	Nessun cedimento durante la prova 20°C/1h/sigma= 42 MPa 20°C/100 h/sigma= 35 MPa 60°C/1000 h/sigma= 12,5 MPa		UNI EN 921
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	>80°C	conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione - e ≤ 8 mm: 15 min;	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido

	delaminazione, bolle o rotture	- e > 8 mm: 30 min. oppure: temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - e ≤ 8 mm: 30 min; - e > 8 mm: 60 min,	UNI EN 743. Metodo B in aria
Resistenza al cloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 15°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

39.3.1.4 Caratteristiche geometriche

I tubi devono essere dei formati previsti dalla premessa nazionale alla norma UNI EN 1452 e avere dimensioni conformi ai valori riportati nei prospetti del paragrafo 6 della norma UNI EN 1452-2 *Caratteristiche geometriche*.

Il diametro esterno nominale d_n di un tubo deve essere conforme al prospetto 1 della norma UNI EN 1452-2.

Il diametro esterno medio d_{em} di un tubo deve essere conforme al relativo diametro esterno nominale d_n entro le tolleranze date nel prospetto 1 della norma UNI EN 1452-2.

Le tolleranze per lo scostamento della circolarità devono essere conformi al prospetto 10 della norma UNI EN 1452-2.

La lunghezza nominale del tubo, normalmente di 6 m, deve essere una lunghezza minima, che deve comprendere la profondità delle parti del bicchiere.

Tabella 44.8 - Spessori minimi di parete dei tubi

Diametro esterno nominale	Spessore di parete nominale (minimo) [mm]			
d_n [mm]	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar
20	-	-	1.5	1.9
25			1.9	2.3
32		1.6	2.4	2.9
40	1.5	1.9	3.0	3.7
50	1.6	2.4	3.7	4.6
63	2.0	3.0	4.7	5.8
75	2.3	3.6	5.6	6.8
90	2.8	4.3	6.7	8.2
110	2.7	4.2	6.6	8.1
125	3.1	4.8	7.4	9.2
140	3.5	5.4	8.3	10.3
160	4.0	6.2	9.5	11.8
180	4.4	6.9	10.7	13.3
200	4.9	7.7	11.9	14.7
225	5.5	8.6	13.4	16.6
250	6.2	9.6	14.8	18.4
280	6.9	10.7	16.6	20.6
315	7.7	12.1	18.7	23.2
355	8.7	13.6	21.1	26.1
400	9.8	15.3	23.7	29.4
450	11.0	17.2	26.7	33.1
500	12.3	19.1	29.7	36.8
630	15.4	24.1	-	-
710	17.4	27.2		
800	19.6	30.6		
900	22.0	-		
1000	24.5			

39.3.1.5 Spessori di parete e relative tolleranze

Gli spessori nominali di parete (e_n) sono classificati in base alle serie dei tubi (S).
Lo spessore nominale di parete corrisponde allo spessore di parete minimo ammissibile.
Lo spessore nominale di parete deve essere conforme al prospetto 2 della UNI EN 1452-2, appropriato alla serie del tubo.
La tolleranza per lo spessore di parete medio (e_m) deve essere conforme al prospetto 3 della norma UNI EN 1452-2.

39.3.1.6 Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati

I tubi con estremità lisce da utilizzare con guarnizioni elastomeriche o con bicchieri incollati, devono smussate come illustrato in figura 3 della norma UNI EN 1452-2. I tubi a estremità lisce, da utilizzare per altri giunti incollati, non devono avere bordi acuminati come previsto dalla stessa norma.

39.3.1.7 Guarnizioni di tenuta

Il materiale impiegato per gli anelli di tenuta utilizzati nelle giunzioni dei tubi deve rispondere alla UNI EN 681-1 e deve essere conforme alla classe appropriata. Le guarnizioni devono essere assolutamente atossiche secondo le normative cogenti (disciplina igienico sanitaria).
Il sistema di giunzione, per ciascuna classe di pressione (PN) presente nella fornitura, deve rispondere ai requisiti della norma UNI EN 1452-5 ed essere testato secondo le norme:
UNI EN ISO 13844 *Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative* ;
UNI EN ISO 13845 *Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto* .

39.3.1.8 Marcatura

I particolari della marcatura devono essere stampati o formati direttamente sul tubo a intervalli ma
m, in modo che dopo immagazzinamento, esposizione alle intemperie, maneggio e posa in
leggibilità sia mantenuta durante l'uso del prodotto. La marcatura non deve provocare fessure o a
deterioramento del prodotto. Il colore delle informazioni stampate deve essere differente dal colo
dei tubi. I caratteri della marcatura devono essere tali da essere leggibili senza ingrandimento.
La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare almeno le s
indicazioni:
- numero della norma di sistema (EN 1452);
- nome del fabbricante e/o marchio commerciale;
- materiale;
- diametro esterno nominale d_n, spessore di parete e_n;
- pressione nominale PN1;
- informazioni del fabbricante;
- numero della linea di estrusione.

I tubi da impiegare specificamente per la distribuzione di acqua pubblica devono, inoltre, riport
marcatura con la parola *acqua*.

39.3.2 Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione

39.3.2.1 Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi

Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati, consta di una mescola a base di polivinil
additivi necessari alla trasformazione.
Il PVC nei tubi deve essere almeno l'80% sulla mescola totale.
Il PVC nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla mescola totale.
La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'o
quantità minima di resina nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta
norme di riferimento:
- tubi: contenuto di PVC ≥ 80% in massa verificato secondo la UNI EN 1905 – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro*.
- raccordi: contenuto di PVC ≥ 85% in massa verificato secondo la UNI EN 1905 – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro*.

Il contenuto minimo di PVC può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (dura
produzione, da magazzino, da cantiere).

Tabella 44.9 - Caratteristiche della materia prima in forma di tubo

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Contenuto di PVC	≥ 80% in massa	Determinazione analitica del contenuto di PVC in base al contenuto di cloro totale		UNI EN 1905
Massa volumica	<1,53 gr/cm³	Prova: metodo per immersione		SO 1183
Resistenza alla pressione interna	Nessun cedimento durante il periodo di prova	Chiusure di estremità	tipo A o tipo B	UNI EN 921
		Temperatura di prova	60°C	
		Orientamento	libero	
		Numero di provette	3	
		Tensione circonferenziale	10 MPa	
		Tempo di condizionamento	1 h	
		Tipo di prova	acqua in acqua	
		Periodo di prova	1000 h	

39.3.2.2 Caratteristiche dei tubi

I tubi in PVC-U a parete compatta devono avere classe di rigidità nominale (SN) ..... (kN/m²), diametro ..... (mm), spessore ..... (mm), SDR ....., conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve es anello di tenuta in gomma conforme alla Norma UNI EN 681-1 e realizzato con materiale elastomerico.

39.3.2.3 Raccordi

I raccordi in PVC-U a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale (SN) 4 (kN/m²), diametro ..... (mm), spessore ..... (mm), SDR max 41, conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve e anello di tenuta in gomma conforme alla Norma UNI EN 681-1 e realizzato con materiale elastomerico.

39.3.2.4 Dimensioni dei tubi

I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma UNI EN 1401capitolo 6, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori dovranno essere conformi al 44.10, le caratteristiche meccaniche dovranno essere conformi alla tabella 44.11 e le caratteristic dovranno essere conformi alla tabella 44.12.

Tabella 44. 10 - Dimensione dei tubi

Dimensione nominale [DN/OD]	Diametro esterno nominale d_n	SN2 SDR 51		SN4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		e min	e max	e min	e max	e min	e max
110	110	-	-	3.2	3.8	3.2	3.8
125	125	-	-	3.2	3.8	3.7	4.3
160	160	3.2	3.8	4.0	4.6	4.7	5.4
200	200	3.9	4.5	4.9	5.6	5.9	6.7
250	250	4.9	5.6	6.2	7.1	7.3	8.3
315	315	6.2	7.1	7.7	8.7	9.2	10.4
355	355	7.0	7.9	8.7	9.8	10.4	11.7
400	400	7.9	8.9	9.8	11.0	11.7	13.1
450	450	8.8	9.9	11.0	12.3	13.2	14.8
500	500	9.8	11.0	12.3	13.8	14.6	16.3
630	630	12.3	13.8	15.4	17.2	18.4	20.5
710	710	13.9	15.5	17.4	19.4	-	-
800	800	15.7	17.5	19.6	21.8	-	-
900	900	17.6	19.6	22.0	24.4	-	-
1000	1000	19.6	21.8	24.5	27.2	-	-

Tabella 44.11 - Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodi di prova
Resistenza all'urto	TIR ≤ 10%	Temperatura di prova	(0±1)°C	UNI EN 744
		Mezzo di condizionamento	Acqua o aria	
		Tipo di percussore	d 90	
		Massa del percussore per:		
		d_{em} = 110 mm	1 kg	
		d_{em} = 125 mm	1,25 kg	
		d_{em} = 160 mm	1,6 kg	
		d_{em} = 200 mm	2,0 kg	
		d_{em} = 250 mm	2,5 kg	
		d_{em} >315 mm	3,2 kg	

Altezza di caduta del percussore per:	
d_{em} <110 mm	1600 mm
d_{em} > 110 mm	2000 mm

Tabella 44. 12 - Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	≥ 79°C	conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - per e ≤ 8 mm: 15 min; - per e > 8 mm: 30 min. oppure:	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido
		temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - e ≤ 4 mm: 30 min: 30 min; - 4 mm < e ≤ 8 mm: 60 min; - e > 16 mm: 120 min.	UNI EN 743. Metodo B: in aria
Resistenza al diclorometano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

39.3.2.5 Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai della norma UNI EN 1401 e contenere almeno con intervalli di massimo 2 m le seguenti informazioni:
- numero della norma UNI EN 1401;
- codice d'area di applicazione (U, UD);
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- indicazione del materiale (PVC-U);
- dimensione nominale (DN/OD);
- spessore minimo di parete (e);
- rigidità anulare nominale (SN);
- informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

39.3.2.6 Sistema qualità e certificazioni

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alla norma UNI EN ISO 9001 del proprio sistema di qualità aziendale, rilasciata secondo la norma UNI CEI EN 45012 da società o enti terzi riconosciuti e accreditati Sincert.
La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto (marchio d sull'intera gamma fornita, rilasciati secondo la norma UNI CEI EN 45011 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.
La ditta produttrice deve allegare alle consegne una dichiarazione di conformità alla norma con s riferimento al contenuto minimo di resina PVC-U ≥ 80% in massa per i tubi.

39.3.3 Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

39.3.3.1 Materiale di base

I tubi e i raccordi devono essere realizzati con PP-H, PP-B, PP-R o PP-RCT e adeguati additivi.
Il contenuto di PP deve essere maggiore o uguale all'80% per tubi e all'85% per i raccordi. Il valore deve essere determinato con metodo in base alla norma UNI EN 1905.
È ammesso l'utilizzo di materiale non vergine, secondo le modalità specificate dall'allegato A dell UNI EN 1329-1.

39.3.3.2 Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura, i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici, per indicare l
applicazione a cui sono destinati:
- codice B: per l'area di applicazione dei componenti destinati all'uso sopra terra all'interno degli e
per componenti all'esterno degli edifici fissati alle pareti;
- codice D: riferito ad un'area sotto ed entro 1 m dall'edificio dove i tubi e i raccordi sono interrati e
al sistema di tubazione interrato per le acque di scarico;
- codice BD: riferito ai componenti destinati alle applicazioni in entrambe le aree B e D.
- codici U e UD: non sono compresi dalla norma UNI EN 1329-1. Per la relativa definizione si rimanda alla
norma UNI EN 1401-1.

39.3.3.3 Utilizzo

La norma UNI EN 1329-1 si applica ai tubi e ai raccordi di PVC-U, alle loro giunzioni e alle giunzioni con
componenti di altri materiali plastici (marcati con B o BD) destinati ai seguenti utilizzi:
- tubazioni di scarico per acque domestiche a bassa e ad alta temperatura;
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi di cui al punto precedente;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio;
I tubi e i raccordi possono essere utilizzati in due aree di applicazione, ovvero all'interno della strut
edifici (marcati con sigla B) e nel sottosuolo entro la struttura degli edifici (marcati con sigla B
lunghezza dei tubi non comprende il bicchiere.
Per l'uso di tubazioni interrate nell'area interna della struttura dell'edificio, si intendono solam
componenti (marcati BD) con diametro esterno nominale uguale o maggiore di 75 mm.

39.3.3.4 Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche sono le seguenti:
- il diametro esterno nominale è compreso tra 32-315 mm;
- l'ovalizzazione è ≤ 0,024 d_n;
- la lunghezza tubi è definita dal produttore (escluso il bicchiere);
- lo smusso della testata del tubo ha un angolo compreso tra i 15° e i 45°;
- lo spessore della parete varia in funzione dell'area di applicazione;
- la lunghezza, il diametro e gli spessori dei raccordi sono definiti dalla norma UNI EN 1329-1, in funzione
del tipo di giunto da realizzare e dell'area di applicazione;
- i raccordi sono realizzati con curve, manicotti, riduzioni e deviatori, secondo figure definite.

39.3.3.5 Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate dalla resistenza all'urto e per aree fredde con urto a −10°

39.3.3.6 Caratteristiche fisiche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate da:
- temperatura di rammollimento Vicat;
- ritiro longitudinale;
- resistenza di clorometano;
Le caratteristiche dei raccordi, invece, sono identificate da:
- temperatura di rammollimento Vicat;
- effetti calore.
Tali valori sono riassunti nella tabella 44.13.

Tabella 44. 13 - Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat(VST)	>79°C	conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: 15 min oppure: temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido UNI EN 743. Metodo B: in aria
Resistenza al diclorometano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 15°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

39.3.3.7 Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, p
esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla
norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità
devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.
I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. I
raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il grigio.

39.3.3.8 Raccordi

I raccordi possono essere realizzati con due sistemi di giunzione:
- bicchiere a guarnizione monolabbro;
- bicchiere ad incollare.

39.3.3.9 Guarnizioni di tenuta

La guarnizione di tenuta non deve presentare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e
provocare la non rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti del prospetto 21 della norma UNI EN
1329-1.
I materiali per le guarnizioni devono essere conformi alla norma UNI EN 681-1 o alla norma UNI EN 681-
2, a seconda dei casi.
Le guarnizioni di elastomeri termoplastici devono, inoltre, essere conformi ai requisiti prestazionali a
lungo termine specificati nel prospetto 21 della norma UNI EN 1329-1.

39.3.3.10 Adesivi

Gli adesivi impiegati devono essere colle a solvente e devono essere specificati dal fabbricante dei
raccordi o da un accordo tecnico di parte terza.
Gli adesivi non devono esercitare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non devono
la mancata rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti previsti dal prospetto 21 della norma UNI EN
1329-1.

39.3.3.11 Emissione di rumore

I sistemi di tubazioni devono garantire un'emissione di rumore inferiore a quanto previsto dal D.P
dicembre 1991, che per impianti a funzionamento discontinuo prevede un limite di 35 dB misurato
secondo la norma UNI EN ISO 16032. I sistemi di tubazioni devono essere realizzati con materiali che
permettano la classificazione al fuoco secondo la norma UNI EN 13501-1 e le relative euroclassi di reazione al
fuoco. Garantiscono la posa a regola d'arte secondo quanto previsto da D.M 22 gennaio 2008, n. 37

39.3.3.12 Procedura di controllo della produzione

L'azienda produttrice deve esibire la procedura di controllo della produzione secondo la norma UNI EN ISO 9001/2000 con procedure assimilabili ed esibire certificazioni di qualità dei sistemi di tubazioni rila da enti riconosciuti e qualificati Sincert.

39.3.3.13 Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai della norma UNI EN 1329-1 con intervalli di massimo 1 m, e contenere almeno le seguenti informazion
- numero della norma UNI EN 1329-1
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- spessore di parete minimo;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare per l'area di applicazione BD;
- informazione del fabbricante;

Per impiego a basse temperature (simbolo del cristallo di ghiaccio), la marcatura dei raccordi deve almeno le seguenti informazioni:
- numero della norma UNI EN 1329-1
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare nominale per applicazione nell'area BD.

La marcatura per incisione deve ridurre lo spessore per non più di 0,25 mm. In caso contrario, n essere ritenuta conforme.

39.3.4 Norme di riferimento

a) tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua:

UNI EN 1452-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità*;
UNI EN 1452-2 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi*;
UNI EN 1452-3 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Raccordi*;
UNI EN 1452-4 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Valvole e attrezzature ausiliarie*;
UNI EN 1452-5 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Idoneità all'impiego del sistema*;
UNI ENV 1452-6 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione*;
UNI ENV 1452-7 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità*.

b) tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione:

UNI EN 1401-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema*;
UNI ENV 1401-2 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità*;

UNI ENV 1401-3 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione* ;
UNI EN 13476-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali*;
UNI EN 13476-2 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A* ;
UNI EN 13476-3 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B* ;
UNI CEN/TS 13476-4 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità* ;

c) tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati
- parete piena:
UNI EN 1329-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema*;
UNI ENV 1329-2 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità* .
- parete strutturata:
UNI EN 1453-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi e il sistema*;
UNI ENV 1453 *Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità* .

39.4 Tubazioni di fibrocemento

39.4.1 Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico per sistemi a gravità

I tubi in fibrocemento devono essere costituiti principalmente da cemento o silicato di calcio rinfor
fibre. Per le caratteristiche del cemento si rimanda alla norma UNI ENV 197-1
La legge 27 marzo 1992, n. 257 – Norme per la cessazione dell'impiego dell'amianto – ha v
fabbricazione e l'impiego di manufatti d'amianto cemento, fissando severe disposizioni per lo sma
dei rifiuti di tale materiale, pertanto è consentito l'impiego solo di prodotti NT (tecnologia senza am
I tubi potranno essere forniti con estremità lisce, oppure con una liscia e l'altra a bicchiere.
I tubi sono classificati, secondo la resistenza minima alla compressione, in tre classi, in base al cari
sulla superficie interna unitaria, che è di 60, 90 o 120 kN/m^2. In particolare, i carichi minimi di rottura
devono essere conformi a quelli del prospetto 7 della norma UNI EN 588-1 valido per diametro nominale
fino a 1000. Per diametri nominali superiori dovrà farsi riferimento a quanto riportato al punto 4.7
norma UNI EN 588-1
Per l'accettazione da parte del direttore dei lavori, i tubi devono essere privi di scheggiature,
lavorazione e irregolarità.

La superficie interna dei tubi dovrà essere regolare e liscia.
I diametri nominali dovranno essere conformi a quelli indicati nel prospetto 1 della norma UNI EN 588-1.
La lunghezza nominale dei tubi dovrà corrispondere a quella indicata nel prospetto 2 della norma UNI EN 588-1.

39.4.2 Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dal punto 4.1 della norma UNI EN 588-1 dovrà essere durevole.
Essa deve contenere come minimo:
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- serie (se necessario);
- certificazione organismo di controllo;
- sigla IMT.

La denominazione dei tubi e degli accessori dovrà riportare:
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- lunghezza:
- serie (se necessario);
- sigla IMT.

In particolare per i giunti, la marcatura dovrà riportare:
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- sigla IMT.

39.4.3 Giunti, raccordi e guarnizioni

I giunti per i tubi potranno essere a bicchiere o a manicotto. I giunti e i raccordi devono pre
caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibrocemento
soddisfare le norme vigenti per i relativi materiali.
I giunti devono resistere ad una pressione idrostatica interna o esterna di 100 ± 10 kPa. I giunti,
prova di tenuta, non devono manifestare perdite o trasudamento.
Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, devono essere
alle prescrizioni della norma UNI EN 681-1 (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativ
emanata sull'argomento.

39.4.4 Controllo della qualità

I prodotti, con riferimento al punto 7 della norma UNI EN 588-1, devono essere sottoposti alle seguenti
procedure di controllo:
- controllo iniziale dei prodotti (punto 7.2 della norma UNI EN 588-1);
- controllo interno della qualità (punto 7.3 della norma UNI EN 588-1);
- controllo effettuato da idoneo istituto di controllo esterno (punto 7.4 della norma UNI EN 588-1).

39.4.5 Norme di riferimento

UNI EN 588-1 *Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi e accessori per sistemi a gravità*;

UNI EN 588-2 *Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Pozzetti e camere di ispezione* .
UNI EN 681-1 *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 1: Gomma vulcanizzata* ;
UNI EN 681-2 *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 2: Elastomeri termoplastici* ;
UNI EN 681-3 *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata* ;
UNI EN 681-4 *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato* .

39.5 Tubi in polietilene (PE)

39.5.1 Polietilene

La norma UNI EN 1519-1 specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e il sistema di tubazioni di polietilene (PE) nel campo degli scarichi:
- all'interno della struttura dei fabbricati (marcati B);
- nei fabbricati, sia nel sottosuolo entro la struttura del fabbricato (marcati BD).

La norma è applicabile ai tubi e ai raccordi di seguito indicati:
- a estremità liscia;
- con bicchiere munito di guarnizione elastomerica;
- per giunti per fusione di testa;
- per giunti elettrofusi;
- per giunti meccanici.

39.5.1.1 Composizione del PE

La composizione per tubi e raccordi deve essere costituita da materiale di base, polietilene (PE), a cui possono essere aggiunti gli additivi necessari per facilitare la fabbricazione dei componenti conformi ai requisiti della norma UNI EN 1519-1. Per esigenze della normativa antincendio possono essere impiegati anche altri additivi.
I raccordi fabbricati, o le parti di raccordi, fabbricati devono essere realizzati partendo da tubi e/o PE conformi, tranne che per i requisiti dello spessore di parete e/o conformati alle caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale, come richiesto dalla norma UNI EN 1519-1.

39.5.1.2 Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati (UNI EN 1519-1):
- codice B: per l'area di applicazione all'interno del fabbricato e all'esterno per elementi fissati alle p
- codice D: per l'area di applicazione al disotto del fabbricato ed entro 1 m di distanza dal fabbricat
e raccordi interrati e collegati al sistema di scarico del fabbricato;
- codice BD: riferito ad applicazioni in entrambe le aree d'applicazione B e D.

39.5.1.3 Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, p
esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla
norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità
devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.
I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. I
raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il nero.

39.5.1.4 Spessore di parete

Lo spessore di parete deve essere conforme rispettivamente ai prospetti 3 e 4 della norma UNI EN 1519-1 nei quali per la serie metrica è ammesso uno spessore di parete massimo, in un punto qualsiasi, f e_{min}, purché lo spessore di parete medio sia minore o uguale a quello specificato, $e_{m,max}$.

39.5.1.5 Tipi di raccordo

La norma UNI EN 1519-1 si applica ai seguenti tipi di raccordo (ma ne sono ammessi anche altri tipi):
– curve:
- senza o con raggio di curvatura (ISO 265);
- codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere;
- a segmenti saldati di testa.

Gli angoli nominali preferenziali dovrebbero essere da 15°, 22,5°, 30°, 45°, 67,5°, 80°, oppure comp 87,5° e 90°.
– diramazioni e diramazioni ridotte (diramazioni singole o multiple):
- angolo senza o con raggio di curvatura (ISO 265-1);
- codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere.

L'angolo nominale fissato dovrebbe essere da 45°, 67,5°, oppure compreso tra 87,5° a 90°.
– riduzioni;
– raccordi di accesso. Il diametro interno del foro per pulizia deve essere specificato dal fabbricante;
– manicotti:
- a doppio bicchiere;
- collare per riparazioni.
– bicchiere per saldatura testa a testa per tubo con estremità lisce;
– tappi.

39.5.1.6 Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dai punti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 1519-1 deve essere durevole. Essa deve contenere come minimo:
- normativa di riferimento UNI EN 1519-1;
- dimensione nominale;
- spessore minimo di parete;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- serie di tubo per l'area di applicazione BD;
- tipo di bicchiere;
- informazioni del produttore.

La marcatura dei raccordi deve contenere:
- numero della norma UNI EN 1519-1;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- dimensione nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- spessore minimo di parete o serie di tubi per l'area di applicazione BD;
- tipo di bicchiere;
- informazioni del fabbricante.

39.5.1.7 Norme di riferimento

a) tubazioni di materia plastica per scarichi:
UNI EN 1519-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema* ;

UNI ENV 1519-2 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Guida per la valutazione della conformità* ;
UNI EN 13476-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali*;
UNI EN 13476-2 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A* ;
UNI EN 13476-3 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B* ;
UNI CEN/TS 13476-4 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità* .

39.5.2 Polietilene reticolato (PE-X)

I tubi di polietilene reticolato sono ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ioniz azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pres con temperature fino a 80°C.
I tubi di polietilene reticolato (PE-X) possono essere utilizzati nella realizzazione degli impianti d distribuzione dell'acqua potabile (calda e fredda).
Negli impianti sanitari, i tubi PE-X devono essere installati all'interno di una guaina (tubo corrugato) colore rosso o blu per poter individuare con facilità la tipologia del circuito e per poter rimp rapidamente e senza difficoltà tratti di tubazione danneggiati.
Le curvature più strette, le diramazioni o i collegamenti devono essere realizzati con raccordi m poiché il PE-X non è fusibile né incollabile.
I raccordi meccanici per tubi PE-X possono essere di due tipologie, e cioè ad avvitamento o a compress (press-fitting).
I raccordi ad avvitamento devono essere realizzati in ottone o acciaio inox. La tenuta idraulica de assicurata dalle guarnizioni poste sulla bussola stessa.
I raccordi a compressione (press-fittings) devono essere composti dal corpo del raccordo realizzato acciaio inox o in materiale sintetico (tecnopolimeri) e da una bussola di tenuta in acciaio inox. L idraulica è assicurata dalla pressione esercitata dal tubo contro le guarnizioni poste sul corpo del rac

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9338 *Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per il trasporto di fluidi industriali* ;
UNI 9349 *Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova* .

39.6 Tubi in polipropilene (PP)

I tubi in polipropilene possono essere impianti di distribuzione di acqua calda e fredda nell'edilizia industriale, impianti di riscaldamento e scarichi.
Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile, dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di so in pressione, temperature fino 100°C. In generale, per le pressioni di esercizio in funzione della te e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla Norma UNI EN ISO 15874-2
Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

39.6.1 Aspetto

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi dovra lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo n perpendicolarmente all'asse del tubo.

39.6.2 Marcatura

Tutti i tubi e i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo lunghezza.

39.6.3 Stoccaggio, movimentazione e trasporto

Durante la movimentazione e il trasporto delle tubazioni, dovranno essere prese tutte le n precauzioni per evitarne il danneggiamento. I tubi non dovranno venire in contatto con oggetti ta quando scaricati, non dovranno essere gettati, lasciati cadere o trascinati a terra.
I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite, e in cataste ordinate e di altezza tale deformazioni e danneggiamenti, con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.
Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano e si installano le tuba temperature inferiori a 0°C.

39.6.4Norme di riferimento

a) installazioni di acqua calda e fredda:

UNI EN ISO 15874-1 *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 1: Generalità*;
UNI EN ISO 15874-2 *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 2: Tubi*;
UNI EN ISO 15874-3 *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 3: Raccordi*;
UNI EN ISO 15874-5 *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema* ;
UNI CEN ISO/TS 15874-7 *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità* ;

b)scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

UNI EN 1451-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema* ;
UNI ENV 1451-2 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Guida per la valutazione della conformità* .
UNI EN 13476-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali*;
UNI EN 13476-2 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A* ;
UNI EN 13476-3 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B* ;

UNI CEN/TS 13476-4 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità* .

39.7 Tubi in polietilene (PE)

I tubi di polietilene (PE), raccordi e valvole, a loro giunzioni e a giunzioni con componenti di altri mate devono utilizzarsi alle seguenti condizioni UNI EN 12201-1):

- pressione massima operativa MOP fino a 25 bar;
- temperatura di esercizio di riferimento di 20°C.

Possono essere impiegati tubi di polietilene PE 80 e PE 100.

I materiali di cui sono composti i tubi devono essere conformi ai requisiti specificati dalla UNI EN 12201-1 norma 1.

39.7.1 Caratteristiche dei tubi

Le superfici esterne e interne dei tubi, se osservate senza ingrandimento, devono essere lisce, pulit da rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità del tubo alla norm EN 12201-2. Le estremità del tubo devono risultare tagliate in modo netto e perpendicolarmente all' tubo.

I tubi devono essere di colore blu o neri con strisce blu.

39.7.2 Tubi in rotoli

I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impedite deformazioni localizzat per esempio, instabilità locali (imbozzamenti) e torsioni (attorcigliamenti).

39.7.3 Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione)

Il diametro medio esterno d_{em} e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conform prospetto 1 della norma UNI EN 12201-2.

Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 3 della stessa norma.

Tabella 44.14 - Diametri e spessori dei tubi in PE

Diametro	Diametro esterno medio		Pressioni nominali				
	min	max	2,5	4	6	10	16
10	10,0	10,3	-	-	-	-	2,0
12	12,0	12,3	-	-	-	-	2,0
16	16,0	16,3	-	-	-	2,0	2,3
20	20,0	20,3	-	-	-	2,0	2,8
25	25,0	25,3	-	-	2,0	2,3	3,5
32	32,0	32,3		-	2,0	3,0	4,5
40	40,0	40,4	-	2,0	2,3	3,7	5,6
50	50,0	50,5	-	2,0	2,0	3,7	5,6
63	63,0	63,6	2,0	2,5	3,6	5,8	8,7
75	75,0	75,7	2,0	2,9	4,3	6,9	10,4
90	90,0	90,9	2,2	3,5	5,1	8,2	12,5
110	110,0	110,0	2,7	4,3	6,3	10,0	15,2
125	125,0	126,2	3,1	4,9	7,1	11,4	17,3
140	140,0	141,3	3,5	5,4	8,0	12,8	19,4
160	160,0	161,5	3,9	6,2	9,1	14,6	22,1
180	180,0	181,7	4,4	7,0	10,2	16,4	24,9
200	200,0	201,8	4,9	7,7	11,4	18,2	27,6
225	225,0	227,1	5,5	8,7	12,8	20,5	31,1
250	250,0	252,3	6,1	9,7	14,2	22,8	34,5
280	280,0	282,6	6,9	10,8	15,9	25,5	-
315	315,0	317,9	7,7	12,2	17,9	28,7	-
355	355,0	358,2	8,7	13,7	20,1	32,3	-
400	400,0	403,6	9,8	15,4	22,7	36,4	-
450	450,0	454,1	11,0	17,4	25,5	41,0	-
500	500,0	504,5	12,2	19,3	28,3	-	-

39.7.4 Marcatura

Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installa l'uso non danneggino la leggibilità del marchio.
In caso di stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.
La marcatura minima dovrà riportare (UNI EN 12201-2)
- numero della norma UNI EN 12201;
- identificazione del fabbricante (nome e simbolo);
- dimensioni d_n (o e_n);
- serie SDR;
- materiale e designazione 80 (o PE 100);
- classe di pressione in bar;
- periodo di produzione (data o codice).

39.7.5 Norme di riferimento

UNI EN 12201-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Generalità*;
UNI EN 12201-2 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi*;
UNI EN 12201-3 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Raccordi*;
UNI EN 12201-4 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Valvole*;
UNI EN 12201-5 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema*;

UNI CEN/TS 12201-7 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità* ;
UNI ISO/TR 7474 *Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PEad). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi* ;
UNI EN 12106 *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo applicazione di schiacciamento* ;
UNI EN 12119 *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici* .

39.8 Installazione di tubi in PVC-U, in polietilene PE e in polipropilene PP

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali.
Le tubazioni dovranno essere installate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possib
alle espansioni e alle contrazioni.

39.8.1 Giunzioni ad anello elastomerico

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici, al fine di assicurare la tenuta delle giunz
Se gli anelli elastomerici non sono già posizionati nel tubo, al momento dell'installazione della tub
prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed, eventualme
lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore.
Nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà
lo smusso del codolo.
I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) ev
contaminazioni.
Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la sepa
della giunzione nella applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancor
cemento. Sopra il suolo, invece, dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

39.8.2 Giunzioni ad incollaggio

Per la giunzione delle tubazioni mediante incollaggio dovranno essere seguite le istruzioni del forni
seguenti:
- nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare alle estremità e
effettuare lo smusso del codolo;
- assicurarsi che le superfici da giuntare siano pulite e asciutte;
- applicare l'adesivo in modo uniforme e in direzione longitudinale;
- procedere, nei tempi specificati dal fornitore, alla giunzione delle estremità;
- rimuovere i residui di adesivo;
- lasciare asciugare per almeno cinque minuti;
- non sottoporre la tubazione alla pressione interna prima di quanto indicato dal fornitore.

39.8.3 Giunzioni per saldatura

Prima di procedere alla saldatura, si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di te
tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.
La saldatura dovrà essere effettuata, seguendo le istruzioni del fabbricante, da personale adegu
formato e utilizzando idonee apparecchiature.
In ogni caso, le giunzioni e le curvature delle tubazioni non dovranno mai essere realizzate per
saldatura o comunque per mezzo del calore.

39.9 Tubi in rame

39.9.1 Impieghi

I tubi in rame devono rispondere alla Norma UNI EN 1057, che stabilisce i requisiti, il campionamento, i metodi di prova e le condizioni di fornitura per tubi rotondi di rame senza saldatura. È applicabile aventi un diametro esterno compreso fra i 6 mm fino a e i 267 mm inclusi, utilizzabili per:
- reti di distribuzione per acqua calda ed acqua fredda;
- sistemi di riscaldamento ad acqua calda, compresi i sistemi di riscaldamento a pannelli (sotto pav parete e da soffitto);
- distribuzione del gas domestico e del combustibile liquido;
- scarichi di acqua sanitaria.

La norma è applicabile anche a tubi rotondi di rame senza saldatura destinati ad essere pre-isolati loro uso per ciascuno degli scopi di cui sopra.
Il tubo di rame deve essere fabbricato secondo i requisiti della Norma UNI EN 1057, deve rispondere ai requisiti del D.P.R. n. 1095/1968, alla direttiva europea 98/83/CE, al D.L. n. 31 del 2 febbraio 20 essere conforme al D.M. n. 174/2004.
Per gli impianti di riscaldamento e raffrescamento a superficie radiante, il tubo di rame deve ris perfettamente ai requisiti della norma UNI EN 1264, composta da quattro parti.
In applicazioni gas, la tubazione deve rispondere alle caratteristiche dimensionali della norma UNI CIG 7129 (varie parti). Il prodotto deve, inoltre, rispondere alle caratteristiche dimensionali indicate nel UNI CIG 7129, paragrafo 3.2.1.2, prospetto 2, e alle caratteristiche tecniche prescritte nella norm CIG 7129, paragrafo 3.3.4.2.

39.9.2 Guaina isolante

La guaina isolante di rivestimento del tubo deve avere le seguenti caratteristiche:
- rivestimento in resina specifica da stabilizzato a PE, secondo l'uso specifico del tubo;
- sezione stellare dell'isolante;
- spessore minimo del rivestimento di 1,5 mm;
- elevata resistenza ad agenti chimici esterni;
- temperatura di esercizio -20°C / 95°C;
- marcatura ad inchiostro ogni metro di tubazione;
- elevate caratteristiche meccaniche e dimensionali;
- colore: …….. (bianca, gialla).

39.9.3 Tolleranze

Le tolleranze del diametro esterno deve rispettare i limiti previsti dal prospetto 4 della norma UNI EN 1057.
Le tolleranze dello spessore di parete, espresse in percentuale, sono indicate nel prospetto 5 d norma.

39.9.4 Condizioni dello stato superficiale

Le superfici esterne e interne dei tubi di rame devono essere pulite e lisce. Il direttore dei lav accertarsi che la superficie interna non contenga pellicole nocive, né presenti un livello di ca sufficientemente elevato da consentire la formazione di tali pellicole durante la posa in opera.

39.9.5 Prove di curvatura, allargamento e bordatura

Prima della posa in opera, il direttore dei lavori dovrà fare eseguire le prove di curvatura, allarga bordatura in relazione al diametro del tubo, come previsto dal prospetto 7 della norma UNI EN 1057.
La prova di allargamento deve essere eseguita in conformità alle disposizioni della norma UNI EN ISO 8493.

39.9.6 Verifica di qualità

L'appaltatore dovrà fornire i risultati delle prove di qualità fatte eseguire dal produttore con riferim
prospetto 8 della norma UNI EN 1057.

39.9.7 Marcatura

La norma UNI EN 1057 prescrive che i tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 10 mm, finc
mm compresi, devono essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non
di 600 mm, riportando almeno le seguenti indicazioni:
- norma UNI EN 1057;
- dimensioni nominali della sezione: diametro esterno per spessore di parete;
- identificazione dello stato metallurgico mediante l'apposito simbolo;
- marchio di identificazione del produttore;
- data di produzione.

I tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 6 mm fino a 10 mm escluso, oppure di
maggiore di 54 mm, devono essere marcati analogamente, in modo leggibile, almeno in corrispo
entrambe le estremità.

39.9.7.1 Diametri dei tubi

Le dimensioni dei diametri dei tubi devono essere conformi alla Norma UNI EN 1057.
Il rivestimento in PVC è inodore, atossico e realizzato senza l'impiego di ftalati, idoneo per essere utilizzato
in impianti con temperature di esercizio che vanno da -20°C a +100°C.

Tabella 44.15 - Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame (UNI EN 1057)

Diametro esterno	Scostamenti limite
	Diametro medio
6-18	± 0,04
18-28	± 0,05
28-54	± 0,06
54-76,1	± 0,07
76,1-88,9	± 0,07
88,9-108	± 0,07
108-159	± 0,2
159-267	± 0,6

Tabella 44.16 - Tubazioni in rame serie leggera

Diametro esterno [mm]	Spessore [mm]	Massa lineica [kg/m]
6	0,75	0,110
8	0,75	0,152
10	0,75	0,194
12	0,75	0,238
14	0,75	0,278
15	0,75	0,299
16	0,75	0,320
18	0,75	0,362
22	1	0,587
28	1	0,755
35	1,2	1,134
42	1,2	1,369
54	1,5	2,202
64	2	3,467
76,1	2	4,143
88,9	2	4,859
108	2,5	7,374

Tabella 44.17 - Tubazioni in rame serie pesante

Diametro esterno [mm]	Spessore [mm]	Massa lineica [kg/m]
6	1	0,140
8	1	0,198
10	1	0,252
12	1	0,308
14	1	0,363
15	1	0,391
16	1	0,419
18	1	0,475
22	1,5	0,859
28	1,5	1,111
35	1,5	1,405
42	1,5	1,699
54	1,2	2,908
76,1	2,5	5,144
88,9	2,5	6,039
108	3	8,807

Tabella 44.18 - Valori di tolleranza sugli spessori dei tubi in rame

Diametro nominale	Spessore						
	0,75	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3
6	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
8	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
10	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
12	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
14	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
14	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
15	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
16	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
18	± 0,11	± 0,15	-	-	-	-	-
22	± 0,11	± 0,15	-	± 0,21	-	-	-
28	-		-	± 0,21	-	-	-
35	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-
42	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-
54	-	-	-	± 0,25	± 0,32	-	-
64	-	-	-	-	± 0,32	-	-
76,1	-	-	-	-	± 0,32	± 0,40	-
88,9	-	-	-	-	± 0,32	± 0,40	-
108	-	-	-	-	-	± 0,40	± 0,50

39.9.8 Norme di riferimento

UNI EN 1057 – *Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento* ;
UNI EN ISO 8493 *Materiali metallici. Tubi. Prova di espansione con mandrino* ;
UNI EN 1254-1 *Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare* ;
UNI EN 1254-2 *Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione* ;
UNI EN 1254-3 *Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di plastica con terminali a compressione* ;
UNI EN 1254-4 *Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi combinanti altri terminali di connessione con terminali di tipo capillare o a compressione* ;
UNI EN 1254-5 *Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali corti per brasatura capillare* ;
UNI EN 12449 *Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per usi generali* ;
UNI EN 12451 *Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per scambiatori di calore* .
UNI EN 13348 *Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per gas medicali o per vuoto* .
UNI EN 12735-1 *Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione. Tubi per sistemi di tubazioni* ;
UNI EN 12735-2 *Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione. Tubi per apparecchiature* .

39.10 Tubi e raccordi in ghisa sferoidale

I tubi e i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma UNI EN 545 presentano i seguenti diametri nominali (DN): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 100 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.
Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro devono rispettare, secondo il tipo, le norme UNI 9163 e UNI 9164.
Per le tolleranze di ovalizzazione relative alle estremità lisce dei tubi e dei raccordi, la norma UNI EN 545 prescrive:
- di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i DN 40 ÷ 200, per i seguenti

- una tolleranza ≤ 1% per tubi DN 250 ÷ 600 e ≤ 2% per tubi DN > 600.

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della UNI EN 545, con i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:
- lunghezza unificata 8,15 m = ± 150 mm;
- altre lunghezze unificate = ± 100 mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la UNI EN 545 (prospetto 6) sono:
- tubi con bicchiere ed estremità liscia: ± 30 mm;
- raccordi con giunti a bicchiere: ± 20 mm;
- tubi e raccordi per giunti a flangia: ± 10 mm.

La lunghezza utile del tubo è quella del tubo escluso il bicchiere.

Per i tubi e i raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale (DN) secondo la classe di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della UNI EN 545

39.10.1 Norme di riferimento

UNI EN 545 – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Requisiti e metodi di prova* ;

UNI EN 598 – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura. Requisiti e metodi di prova*;

UNI 9163 – *Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto* ;

UNI 9164 – *Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico a serraggio meccanico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto* ;

UNI EN 12729 – *Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile. Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta, famiglia B, tipo A* .

39.10.2 Rivestimento interno

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'
all'esterno. I tubi, dopo la centrifugazione, saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all'interno
malta e, infine, ricoperti all'esterno con vernici bituminose.

Per le condotte d'acqua il rivestimento interno, secondo la UNI EN 545, può essere realizzato con
malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano e vernice bitum

Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività ch
terreni.

I rivestimenti esterni dei tubi, secondo la UNI EN 545, devono essere costituiti da zinco con uno
strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. La direzione dei lavori si riserva di a
tubi con rivestimenti esterni in nastri adesivi, malta di cemento con fibre, poliuretano, polipropilen
polietilene estruso e rivestimento con manicotto di polietilene.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 14628 – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di polietilene per tubi. Requisiti e metodi di prova* ;

UNI EN 15189 – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi. Requisiti e metodi di prova* ;

UNI EN 15542 – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi. Requisiti e metodi di prova*

39.10.2.1.1 Protezione esterna in polietilene

Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evit
particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.
Il manicotto in polietilene (UNI EN 14628) deve essere applicato perfettamente sulla condotta co
opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore
fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'imp
manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo. Q
strappi più grandi, invece, devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado d
tutta la zona danneggiata.
Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la c
totale della protezione

39.10.3 Raccordi

I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme UNI EN 598 e/o UNI EN 545
I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato c
una pressione di 1 bar, oppure ad altra prova di tenuta equivalente (UNI EN 598).
Devono inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo anelli in gomma
flangia.

39.10.4 Requisiti di accettazione

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte, non devono presentare alcun difetto o aver subito
movimentazione danneggiamenti che possano nuocere al loro impiego.
I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitab
processi di fabbricazione e che non nuociano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano
danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere accettati
riparazione e benestare del committente. La riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseg
metodi appropriati indicati dal produttore.

39.10.4.1 Valvole

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norme UNI EN 1074-1
e UNI EN 1074-2.
Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devon
conformi alla norma UNI EN 12729
Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma UNI EN 1268-1
La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità, comp
dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1074-1 *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Requisiti generali* ;
UNI EN 1074-2 *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di intercettazione* ;
UNI EN 1074-2 *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 2: Valvole di intercettazione* ;
UNI EN 1074-3 *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica idonee. Valvole di ritegno* ;
UNI EN 1074-4 *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Sfiati d'aria* ;
UNI EN 1074-5 *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di regolazione* ;

UNI EN 1074-6 *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di idoneità all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 6: Idranti* ;
UNI EN ISO 4126-1 *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 1: Valvole di sicurezza*;
UNI EN ISO 4126-2 *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Dispositivi di sicurezza a disco di rottura* ;
UNI EN ISO 4126-3 *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 3: Valvole di sicurezza in combinazione con dispositivi di sicurezza a disco di rottura* ;
UNI EN ISO 4126-4 *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 4: Valvole di sicurezza comandate da pilota* ;
UNI EN ISO 4126-5 *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 5: Sistemi di sicurezza controllati (CSPRS)*;
UNI EN ISO 4126-6 *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 6: Applicazione, selezione e installazione dei dispositivi di sicurezza a disco di rottura* ;
UNI EN ISO 4126-7 *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 7: Dati comuni* .

39.10.5 Marcatura dei tubi e dei raccordi

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona cent
manufatti, e dovrà comprendere:
– indicazioni che devono essere ottenute direttamente nella fusione del getto:
- designazione;
- numero di matricola;
- classificazione delle flange secondo (eventuale);
- marchio di fabbrica del produttore;
- anno di fabbricazione;
- diametro nominale;
– indicazioni che possono essere applicate con qualsiasi metodo (pitturazione) o sull'imballaggio:
- norma UNI di riferimento;
- certificazione rilasciata da terzi (eventuale);
- designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).

39.11 Tubi multistrato

I tubi multistrato devono avere l'anima di alluminio saldato a sovrapposizione in senso longitudinal
sono coestrusi all'interno e all'esterno due strati di polietilene. Tutti gli strati sono uniti tra loro in modo
durevole per mezzo di uno strato adesivo intermedio.
I raccordi devono essere conformi al D.M. n. 174 del 6 aprile 2004.

39.11.1 Norme di riferimento

UNI 10876 *Alluminio e leghe di alluminio. Tubi multistrato di alluminio saldato e polietilene per adduzione fluidi* .
UNI 10954-1 *Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Parte 1: Tubi* ;
UNI 10954-2 *Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Raccordi* .

Capitolo 5
NORME GENERALI PER l'ESECUZIONE DEI LAVORI

Art. 40. Rilievi, tracciati e capisaldi

40.1 Rilievi

L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo planimetrico dello stato di fatto da parte dell'esecutore, e in contraddittorio con la direzione dei lavori.
Il rilievo è necessario per la quantificazione delle opere di scavo a sezione obbligata o di sbancam movimento terra in generale.

40.2 Tracciati

L'esecuzione delle opere di fondazione deve essere preceduta dal tracciamento sul terreno delle portanti alla quota indicata dal progetto esecutivo.

40.3 Capisaldi di livellazione

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto esecutivo, in sede di consegna sarà fornito all'ap l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nell'esecuzione dei lavori. La verifica capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegn essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.
L'appaltatore è responsabile della conservazione dei capisaldi, che non può rimuovere senza pr autorizzazione del direttore dei lavori
Per tutte le operazioni di livellazione, limitatamente a quanto non indicato espressamente nel capitolato, vige l'obbligo di riferirsi al testo integrale di *Guida alla progettazione e all'esecuzione delle livellazioni geometriche* della Commissione geodetica italiana, 1974), che viene a far parte del presente capitolato speciale d'appalto.
Il percorso della livellazione dovrà sempre consentire il controllo delle misure. Se la livellazione scopo la determinazione di quote, la linea da istituire dovrà essere collegata ad uno o più c preesistenti. In tal caso, dovrà essere verificato che i dislivelli sui tratti contigui al caposaldo co siano rimasti invariati. La scelta del caposaldo da utilizzarsi deve essere comunque autorizza direzione dei lavori. La fase di segnalizzazione dei capisaldi e quella di misura devono essere sepa adeguato intervallo di tempo, per consentire ai capisaldi di assumere un assetto stabile.

40.4 Strumentazione

Per tutti i lavori topografici dovranno essere utilizzati teodoliti con approssimazione angolare al centesimale, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a 5 mm + 5 ppm (cioè 10 espressa in km). In alternativa, è possibile utilizzare la total station con prestazioni analoghe.
Per quanto riguarda le quote, si dovranno utilizzare dei livelli di precisione (autolivelli).
La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento.

Art. 41. Programma esecutivo dei lavori

Entro …….. (……) giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque …… giorni prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un prog esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditori propria organizzazione lavorativa.
Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere appro direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dalla data di ricev Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata, il programma si

accettato, fatte salve evidenti illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il ris
termini di ultimazione.

Art. 42. Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori

42.1 Impianto del cantiere

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di ……. (……) gio
dalla data del verbale di consegna dei lavori.

42.2 Vigilanza del cantiere

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia sia diurna che notturna del cantiere, nel
rispetto dei provvedimenti antimafia, e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esis
stesso (siano essi di proprietà dell'appaltatore, del committente, o di altre ditte), nonché delle opere es
o in corso di esecuzione.
Ai sensi dell'art. 22 della legge 13 settembre 1982 n. 646, la custodia dei cantieri installat
realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di
particolare giurata.
In caso di inosservanza, si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della
646/1982.
Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione e il collaudo provvi
lavori, salvo l'anticipata consegna delle opere alla stazione appaltante e per le sole opere consegnate.
Sono, altresì, a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei per
sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione de
lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.
Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne v
riconosciuti i maggiori oneri, sempre che l'appaltatore non richieda e ottenga di essere sciolto dal co

42.3 Locale ufficio di direzione dei lavori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabb
idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza e al lavoro di ufficio della direzione d
lavori.
Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e antintrusione, clim
nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, ecc).
I locali saranno reali nel cantiere od in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lav
quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione.
Il locale deve essere idoneamente allacciato alle reti esterne (luce, acqua, fognatura, telefono).

42.4 Ordine dell'esecuzione dei lavori

In linea generale, l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente p
perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della direzione dei lavori, ciò n
pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della stazione appaltante.
Questa, ad ogni modo, si riserva il diritto di stabilire la precedenza o il differimento di particolari
lavoro, o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio, senza che l'appaltatore possa rifi

richiedere particolari compensi. In questo caso, la disposizione dell'amministrazione verrà variante al programma dei lavori.

42.5 Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lav periodi quindicinali, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi seguito specificato:
- numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascuno dei 15 giorni, con le rel lavorative;
- genere di lavoro eseguito nei 15 giorni in cui non si è lavorato e cause relative.

Dette notizie devono pervenire alla direzione dei lavori non oltre il mercoledì immediatamente suc termine dei 15 giorni, stabilendosi una penale di 25,82 euro per ogni giorno di ritardo.

42.6 Cartelli indicatori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, o nei siti indicati dalla direzione dei lavori, entro cinque giorni dalla data di consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di 1 m · 2 m, recheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate eventuali modifiche e integrazioni necessarie per adattarle ai casi specifici.
Nello spazio per l'aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa e i nuovi tempi.
Tanto i cartelli quanto le armature di sostegno, devono essere eseguiti con materiale di adeguata meccanica, resistenti agli agenti atmosferici, di decoroso aspetto, e mantenuti in ottimo stato fino a tecnico-amministrativo dei lavori.
Per la mancanza o il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'ap una penale di euro ……. (……..). Sarà, inoltre, applicata una penale giornaliera di euro …… (……..) dal giorno della constatata inadempienza fino a quello dell'apposizione o riparazione del ca mancante o deteriorato. L'importo delle penali sarà addebitato sul certificato di pagamento in successivo all'inadempienza.

42.7 Oneri per le pratiche amministrative

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversi cautelamenti, trasporti speciali, nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cau ecc.
In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione, n risarcimento degli eventuali danni.

42.8 Osservanza di leggi e norme tecniche

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'a per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le d e i regolamenti appresso richiamati.

TESTO UNICO EDILIZIA

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

NORME TECNICHE STRUTTURALI

Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio arma normale e precompresso e a struttura metallica;
Legge 2 febbraio 1974, n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zo sismiche;
C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049 – Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;
D.M. 20 novembre 1987 – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici muratura e per il loro consolidamento;
D.M. 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei p naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
C.M. 24 settembre 1988, n. 30483 – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Nor tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle sca criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di soste terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;
C.M. 4 gennaio 1989, n. 30787 – Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzi e il collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento;
C.M. 16 marzo 1989, n. 31104 – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. Istruzioni in merito alle nor tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
D.M. 9 gennaio 1996 – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cem armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;
D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza de costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
C.M. 4 luglio 1996, n. 156AA.GG./STC – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative a criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al D gennaio 1996;
C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C. – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le metalliche, di cui al D.M. 9 gennaio 1996;
C.M. 29 ottobre 1996 – Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettor valore storico-artistico in zona sismica;
C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG./STC – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzio in zone sismiche, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;
C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC – Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai labora per prove sui materiali da costruzione;
Ord.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
D.M. 14 settembre 2005 – Norme tecniche per le costruzioni;
D.M. 14 gennaio 2008 – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;
D.M. 6 maggio 2008 – Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove norme te per le costruzioni.
C.M. 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzi di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

PRODOTTI DA COSTRUZIONE

D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 – Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodott costruzione;

D.M. 9 maggio 2003, n. 156 – Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, con D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;
D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepit decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità di «Isolanti termici per edilizia»;
D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità di «Accessori per serramenti»;
D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipag tubazioni»;
D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi per il controllo di fumo e calore»;
D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio
D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità delle «Installazioni fisse antincendio»;
D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Sistemi a pol
D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità per gli «Impianti fissi antincendio. Componenti per si CO_2»;
D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità per i «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Compo impianti di estinzione a gas»;
D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;
D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;
D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei proc relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.

PREVENZIONE INCENDI

D.M. 15 settembre 2005 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani de impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
D.M. 16 febbraio 2007 – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di ope costruzione;
D.M. 9 marzo 2007 – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al con del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.

IMPIANTI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI

Legge 5 marzo 1990, n. 46 – Norme per la sicurezza degli impianti;
D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, com
13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia
di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
C.M. 27 febbraio 2007, n. 1401 – Utilizzazione di raccordi a pressare in reti di adduzione di gas neg
edifici civili.

RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA

D.M. 27 luglio 2005 – Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991,
(articolo 4, commi 1 e 2), recante norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in mate
razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 – Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energe
nell'edilizia.
D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 – Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo n. 192
2005, recante attuazione della direttiva 2002/91/Ce, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59 – Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del d
legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul re
energetico in edilizia.

BARRIERE ARCHITETTONICHE

Legge 9 gennaio 1989, n. 13 – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barrie
architettoniche negli edifici privati;
D.M. 14 giugno 1989, n. 236 – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e
visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai
superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;
D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503 – Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere
architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici.

ESPROPRIAZIONE PER PUBBLICA UTILITÀ

D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327 – Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia
espropriazioni per pubblica utilità.

RIFIUTI E AMBIENTE

D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 – Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiu
pericolosi e 94/62/Ce sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio;
D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubbl
coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale
nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;
D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in materia ambientale;
Legge 28 gennaio 2009, n. 2 – Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novem
2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impre
ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.

ACQUE

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento de direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/ relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agric

BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO

D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legg luglio 2002, n. 137.

NUOVO CODICE DELLA STRADA

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 – Nuovo codice della strada.

CONTRATTI PUBBLICI

Legge 20 marzo 1865, n. 2248 – Legge sui lavori pubblici (Allegato F);
D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554 – Regolamento di attuazione della legge 11 febbraio 1994, n. 109 (le quadro in materia di lavori pubblici), e successive modificazioni;
D.M. 19 aprile 2000, n. 145 – Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni;
Legge 21 dicembre 2001, n. 443 – Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produt strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;
D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture i attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.

SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materi tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Art. 43. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori, inoltre, raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significat dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede dei prodotti), nonché le istruzioni manutenzione ai fini dell'integrazione o dell'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.
In riferimento al comma precedente, l'esecutore è obbligato a trasmettere al direttore dei lavori le e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli tecnlogici installati.

Capitolo 6
MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

Art. 44. Demolizioni

44.1 Interventi preliminari

L'appaltatore deve assicurarsi, prima dell'inizio delle demolizioni, dell'interruzione di approvvigion idrici, gas, e allacci di fognature, nonché dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tec applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, r cessazione dell'impiego dell'amianto.

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento- pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sott lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

44.2 Sbarramento della zona di demolizione

Nella zona sottostante la demolizione devono essere vietati la sosta e il transito di persone delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento e il trasporto del materiale accumulato essere consentiti soltanto dopo che è stato sospeso lo scarico dall'alto.

44.3 Idoneità delle opere provvisionali

Le opere provvisionali, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati ca resistenza, e devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le pr specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisi eliminare le parti non ritenute più idonee.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di p verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisionali impiegati dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione, è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condiz conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitro

In relazione al risultato di tale verifica, devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di punt necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o dann strutture di edifici confinanti o adiacenti.

44.4 Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs, 9 aprile 2008, n. 81, devono proce cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto, e condotti in m non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

44.5 Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra

autorizzata. Diversamente, l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta press
aree.
Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato, dovrà essere depositato entro l'a
cantiere, o sulle aree precedentemente indicate, ovvero in zone tali da non costituire intralcio al m
di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

44.6 Proprietà degli oggetti ritrovati

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la propr
oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia o l'etnologia, c
relativi frammenti, che si rinvengano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi
nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà, pertanto, consegnarli alla stazione appaltante
rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni espressament
al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.
Qualora l'appaltatore, nell'esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito n
direttore dei lavori, e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo perm
direttore stesso.
L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di
tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinveni
cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano d
all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà, altres
immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temp
migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

44.7 Proprietà dei materiali da demolizione

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante. Qu
giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e reg
accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato
appositi prezzi di elenco.
Qualora, in particolare, i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente c
speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli. In tal caso verrà ad essi attribuito un pr
al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere
dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastament
lavaggio, ecc.

44.8 Demolizione per rovesciamento

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di struttu
altezza sul terreno non superiore a 5 m può essere effettuata mediante rovesciamento per traz
spinta.
La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseg
su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione, in modo
determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.
Devono, inoltre, essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro, quali la tr
distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere, e allon
degli operai dalla zona interessata.
Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando
stata adeguatamente puntellata. La successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distan
di funi.
Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non supe
con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

In ogni caso, deve essere vitato che, per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle st grossi blocchi, possano sorgere danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti o derivare peri lavoratori addetti.

Art. 45. Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale

Generalità

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rin rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizi direzione dei lavori.

45.1 Ricognizione

L'appaltatore, prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterra eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

45.2 Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai l incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.
La terra vegetale eventualmente asportata, per la profondità preventivamente concordata con la di lavori, non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere acc cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

45.3 Riferimento ai disegni di progetto esecutivo

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rin rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della dei lavori.

45.4 Splateamento e sbancamento

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pa fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del ter impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.
Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disge altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatu consolidamento del terreno.

45.5 Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esec le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere r
giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.
Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area d
fondazione.
Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno
sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, r
che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.
I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.
Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni, e quando in vicinanza
scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli sca

45.6 Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo
opere provvisionali di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente p
un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.
Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello s
un tratto di 40-60 cm, inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

45.6.1Pompe di aggottamento

Le pompe di aggottamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità
prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e, in
per scavi poco profondi.
L'impiego delle pompe di aggottamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direz
lavori, e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.
I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla dire
lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dil
del calcestruzzo o delle malte.

45.6.2Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiu
collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiai
limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi f
(Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore princip
asperazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello sc
pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassam
tubazioni, di diametro e di lunghezza adeguata, dovranno scaricare e smaltire le acque di aggottar
accorgimenti atti ad evitare interramenti o ostruzioni.
L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:
- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino ad una profondità almeno doppia
quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove
L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti, ove possibile, senza creare ad immissione ultimata in
alla naturale linea di smaltimento meteorica.

45.6.3Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltra
concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisionali per lo scolo e la deviazione preventiva di e
sedi stradali o dal cantiere, in generale.

45.7 Impiego di esplosivi
L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

45.8 Deposito di materiali in prossimità degli scavi
È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano nece
le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.

45.9 Presenza di gas negli scavi
Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere
idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiam
esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, d
raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che po
luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.
Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla
dell'ambiente mediante idonea ventilazione. Deve, inoltre, vietarsi, anche dopo bonifica
temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecch
comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

45.10 Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi
Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni e
la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicu
Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade
l'impresa è tenuta ad informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, e
condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi.
affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti (Enel, Telec
comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone inte
chiedendo, altresì, tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i
le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.
Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impr
procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade ch
proprietari delle opere danneggiate oltreché, naturalmente, alla direzione dei lavori.
Fanno, comunque, carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti tempo
definitivi di cavi o condotte.

45.11 Manutenzione degli scavi
Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire
Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o fran
Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguent

Art. 46. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'ese
delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza ge
degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo, e l'eventuale successiva
geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

Art. 47. Riparazione di sottoservizi

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparaz aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, ga danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

Art. 48. Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pa scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di for fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi d genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavo formazione dei rilevati.
Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie d ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla d dei lavori.
Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in ge tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.
Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perc esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disp contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che po derivare da un carico male distribuito.
Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere s direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere ripre momento della formazione dei suddetti rinterri.
È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.
Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osserva prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.
È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruz dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, al momento del collaudo i rilevati abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Art. 49. Paratie e diaframmi

49.1 Generalità

Le paratie e i diaframmi costituiscono strutture di fondazione infisse o costruite in opera a part superficie del terreno, con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua e anche a sostegno di scavi.
Le paratie e i diaframmi potranno essere:
- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato;
- ……..;
- ……..

Devono essere precisate le modalità di esecuzione, con particolare riguardo agli accorgimenti pre garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche de che saranno impiegati.

49.2 Palancole infisse

49.2.1 Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondam
- adeguata resistenza agli sforzi di flessione;
- facilità di infissione;
- impermeabilità delle giunzioni;
- facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto);
- elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.
Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo del cuffia.
Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si defo rimangano puliti da materiali, così da garantire la guida alla successiva palancola.
A tale scopo, gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso.
Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verti essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.
Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante metallico, sotto la punta della palancola.
Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni non tolle giudizio della direzione dei lavori, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se dann
Per ulteriori informazioni, si rimanda alle prescrizioni delle norme UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1 e UNI EN 10249-2.

49.2.2 Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.
Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non infe N/mm^2 e dovrà essere esente da porosità o altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzo d'altoforno.
Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di p metallica.
L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calce armato centrifugato, di cui al successivo articolo.
Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con malta cementizia.

49.3 Paratie costruite in opera

49.3.1 Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Le paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera acc loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.
Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.
Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mar verticalità dei pali stessi.

49.3.2 Diaframmi in calcestruzzo armato

In linea generale, i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profon benna o altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non i 2,50 m.

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno pr delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite a ottima qualità, e acqua, di norma nella proporzione di 8÷16 kg di bentonite asciutta per 100 litri salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente so mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio, con opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguir soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e l dell'armatura da parte della direzione dei lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine d distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la forma guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

49.3.3 Prove e verifiche sul diaframma

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme te direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali d per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

Art. 50. Fondazioni dirette

50.1 Scavi di fondazione

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla strut elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa delle fondazioni deve essere quella prevista dal progetto esecutivo. Eventuali variazioni o diversa natura del terreno devono essere comunicate tempestivamente alla dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della cost dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e prote conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo, eventualmente indicato dal direttore dei l

In generale, il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

50.2 Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva

In corso d'opera, il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione ge assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

50.3 Magrone

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fo
scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, uno strato di ca
magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggre
terreno.
Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali esecu
strutture.

Art. 51. Pali di fondazione[10]

51.1 Definizioni

51.1.1 Pali infissi

I pali infissi vengono classificati in:
- pali infissi gettati in opera;
- pali infissi prefabbricati.

PALI INFISSIGETTATI IN OPERA

I pali infissi gettati in opera sono quelli realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vu
elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione
asportazione del terreno medesimo.
I pali infissi gettati in opera si distinguono in:
- pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un f
d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare. Dopo l'infiss
l'eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del riv
con calcestruzzo armato;
- pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla ba
fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la fo
di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma deve essere estratto dal terreno.

PALI INFISSIPREFABBRICATI

I pali infissi prefabbricati sono quelli realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione d
eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.
A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento o in cantiere, saranno adottate le seguenti
costruttive:
- pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, d
sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica;
- pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.

51.1.2 Pali trivellati

I pali trivellati sono quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzz
Durante la perforazione, la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitic
tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

51.1.3 Pali trivellati ad elica continua

I pali trivellati ad elica continua sono i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella
continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo con
interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.
L'estrazione dell'elica deve avvenire contemporaneamente all'immissione del calcestruzzo.

[10] Riferimenti: RFI: Capitolato costruzioni opere civili – Sez. VII: Pali.

51.1.4 Pali con morsa giracolonna

I pali con morsa giracolonna e i pali trivellati sono realizzati all'interno di tubo-forma provvisorio in infisso con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna. Tale tipologia è da utiliz presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, e ove non fosse possibile l'utilizzo di attrezzatura di perforazione.

51.1.5 Micropali

I micropali vengono classificati in:
- micropali a iniezione multipla selettiva;
- micropali a semplice cementazione.

MICROPALI A INIEZIONE MULTIPLA SELETTIVA

I micropali a iniezione multipla selettiva sono quelli ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante i cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

MICROPALI A SEMPLICE CEMENTAZIONE

I micropali a semplice cementazione sono quelli realizzati inserendo entro una perforazione di diametro un'armatura metallica, e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela ceme
L'armatura metallica può essere costituita:
- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua.

La cementazione può avvenire a semplice gravità o a bassa pressione, mediante un circuito a tenu capo ad un dispositivo posto a bocca foro.

51.2 Pali di medio e grande diametro

51.2.1 Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)

L'appaltatore dovrà indicare alla direzione dei lavori la successione cronologica prevista per le in Dovrà, inoltre, assicurare il rispetto delle norme in merito ai limiti delle vibrazioni, comunican direzione dei lavori i provvedimenti che intende adottare nel caso del superamento dei limiti stessi.

51.2.2 Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attrave
In particolare:
- la perforazione a secco senza rivestimento non è ammessa. In casi particolari potrà essere adott informazione alla direzione dei lavori, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati della coesione non drenata;
- la perforazione a secco è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di foro;
- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fi 4 mm).

51.2.3 Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di fald
In terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a evitare sbulbature.

51.2.4 Attrezzature di scavo

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e i principali dettagli esecutivi dovranno essere c
dall'appaltatore alla direzione dei lavori.

51.2.5 Tolleranze dimensionali

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti t
ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate negli elaborati progettuali esecutivi:
– coordinate planimetriche del centro del palo (rispetto al diametro del palo): ± 10% (max 5 cm);
– deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità): ≤ 2%;
– lunghezza:
- pali aventi diametro < 600 mm: ±15 cm;
- pali aventi diametro > 600 mm: ± 25 cm.
– diametro finito: ± 5%;
– quota di testa palo: ± 5 cm.
L'impresa è tenuta ad eseguire, a suoi esclusivi onere e spesa, tutte le sostitutive e/o compleme
giudizio della direzione dei lavori, sentito il progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'ese
pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggi
opere di collegamento.

51.2.6 Materiali

51.2.6.1 Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature t
dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.
I pali dovranno essere armati per tutta la lunghezza.
Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in gabbie e i collegamenti dovranno essere reali
doppia legatura in filo di ferro o con morsetti.
Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi delle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennai
possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe, o dei cerchioni irrigidenti con i ferri longitud
fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione
saldature devono essere rispettate le prescrizioni riportate in questo capitolato, relative alle ve
eseguire per accertarsi che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre.
Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragi
Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti delle barre longitudin
l'esterno. Le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno.
L'interasse delle staffe non dovrà essere superiore a 20 cm, e il diametro dei ferri non inferiore a
Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente ad ogni spira a
armature longitudinali intersecate.
In corso d'opera, la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra, sarà di tre campion
longitudinale e di staffa ogni 200 m di gabbia.
L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e man
situ senza poggiarla sul fondo del foro.
Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura, potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le
armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre verticali legate ad anelli irr
orizzontali. Orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provv
cerchiante ogni 2,5-3 m.
Non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato. L'intervallo netto minimo tr
barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferi
cm.

Le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a gar centratura dell'armatura e di un copriferro netto minimo di 4-5 cm rispetto al rivestimento definitiv 7 cm rispetto al diametro nominale del foro, nel caso di pali trivellati. Per i distanziatori in plastica, garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per a 25%.
I centratori dovranno essere posti a gruppi di tre o quattro, regolarmente distribuiti sul perimet spaziatura verticale di 3-4 m.
Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno esser opera prima del getto. Ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzat sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, mediante impiego di un adeguato numero di morsetti.

51.2.6.2 Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conform prescrizioni di progetto esecutivo.
Le caratteristiche meccaniche e di rigidezza (spessore e inerzia) dovranno essere sufficienti a con trasporto, il sollevamento e l'infissione, senza che gli stessi subiscano danni, ovalizzazioni, ecc.
Per i pali battuti, infissi senza alcuna asportazione di terreno, il dimensionamento dei tubi di rive potrà essere realizzato con il metodo dell'onda d'urto.
I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata a modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e n sporgenze esterne.
Nel caso di pali da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere riv materiali protettivi adeguati (per esempio, vernici a base di poliuretano-catrame), previa approva direttore dei lavori.

51.2.6.3 Fanghi bentonitici

Nella realizzazione delle opere è ammesso esclusivamente l'uso di fanghi bentonitici.
La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le carat chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.
Sul fango bentonitico dovranno essere eseguiti controlli di qualità per determinare i seguenti parame
- caratteristiche della bentonite;
- caratteristiche dell'acqua;
- densità del fango bentonitico fresco;
- densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego;
- caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto;
- contenuto in sabbia del fango ≤ 5%;
- densità ≤ 1,15 t/m^3

51.3 Modalità esecutive

51.3.1 Pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo

Attrezzatura

L'infissione del rivestimento dovrà essere eseguita con un battipalo scorrevole su una torre aver fisse con perfetto allineamento verticale.
Le caratteristiche del battipalo saranno conformi alle indicazioni di progetto, quando esistenti.
Potranno essere impiegati i seguenti tipi di battipalo:
- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel.

Il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i presenti nel sito.
La definizione delle caratteristiche minime del battipalo sarà eseguita a cura dell'appaltatore, utiliz formule dinamiche, oppure l'analisi con il metodo dell'onda d'urto, essendo noti le caratter geometriche del palo, il materiale di costruzione e la portata limite richiesta dal progetto.
La massa battente del battipalo dovrà agire su un cuscino (cuffia o testa di battuta) di cui sian caratteristiche geometriche e di elasticità.
Per ogni attrezzatura l'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori le seguenti informazioni:
- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza E del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza costante elastica, coefficiente di costituzio
- caratteristiche della cuffia (materiale e peso);
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

L'efficienza E dovrà essere sempre maggiore del 70%.
Qualora richiesto dalla direzione dei lavori, l'appaltatore dovrà provvedere alla strumentazione del per la misura della velocità terminale del maglio, onde ricavare, sulla base delle caratte dell'attrezzatura certificate dal costruttore, la reale efficienza E del battipalo.

Tubi di rivestimento

I tubi di rivestimento saranno in acciaio, e di qualità, forma e spessore tali da sopportare sollecitazioni agenti durante l'infissione e da non subire distorsioni o collassi conseguenti alla press terreno o alla infissione di pali vicini. I rivestimenti saranno chiusi alla base da una piastra in ac resistenza adeguata, comunque di spessore > 3 mm, saldata per l'intera circonferenza al tubo di riv
La piastra sarà priva di sporgenze rispetto al rivestimento, e la saldatura sarà tale da prevenire l'i acqua all'interno per l'intera durata della battitura e oltre.
È ammesso l'impiego di lamierino di modesto spessore, corrugato, battuto mediante mandrino.
È ammesso l'impiego di rivestimenti a sezione variabile con raccordi flangiati.

Mandrino

È prevista la possibilità di utilizzare un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, a di eseguire la battitura sul fondello. È ammesso l'impiego di mandrini ad espansione, resi tempora solidali al rivestimento.
È ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile

Infissione

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura deve avvenire senza estrazione di materiale, con sp laterale del terreno naturale.
L'appaltatore deve comunicare alla direzione dei lavori il programma cronologico di infissione di tut elaborato in modo da rendere minimi gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e su realizzati.
È ammessa, se prevista dal progetto, ovvero se approvata dalla direzione dei lavori, l'esecuzi battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento (ad esempio, eseguendo da battitura in testa, e prevedendo l'impiego del mandrino in seconda fase).
Nel caso di utilizzo del mandrino, esso deve essere infilato nel rivestimento. Se previsto, il manc essere espanso e mantenuto del tutto solidale al tuboforma per l'intera durata dell'infissione, a seg quale sarà estratto.

L'inserimento del mandrino nel rivestimento deve essere eseguito, se necessario, con l'ausilio di pozzo di diametro superiore a quello dei pali di esercizio.
Il palo-pozzo potrà essere trasformato in palo di esercizio, se accettato dalla direzione dei lavori, i della sua ubicazione e delle sue caratteristiche.
Si considererà raggiunto il rifiuto allorquando, con un battipalo pienamente efficiente, si av avanzamenti non superiori a 10 cm per cento colpi di maglio.
Per pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di due spezzoni di rivestimento dei quali già infisso. Il secondo spezzone, nel corso della saldatura, deve essere mantenuto in posi da un'adeguata attrezzatura di sostegno.
L'infissione dei rivestimenti sarà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni:
- raggiungimento della quota di progetto;
- misurazione del rifiuto della battitura.
In quest'ultimo caso, la direzione dei lavori avrà facoltà di chiedere all'appaltatore la ribattitura d dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstizi
L'appaltatore, previa comunicazione alla direzione dei lavori, potrà eseguire dei prefori di all'infissione per evitare o ridurre i problemi di vibrazione o il danneggiamento di opere o pali già e
Il preforo avrà diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tub rivestimento. Il preforo potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto n livelli superficiali molto addensati o cementati.

51.3.1.1 Armature

Le gabbie di armatura devono essere assemblate in stabilimento o a piè d'opera, in conformità a progettuali esecutivi e con le specifiche di questo capitolato.
Esse saranno posizionate entro i rivestimenti, curando il perfetto centramento mediante l'imp opportuni distanziatori e rispettando con precisione le quote verticali prescritte nei disegni di proget
Prima del posizionamento, si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si v che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non superi il limite di 15 cm.

51.3.2 Pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile

Attrezzatura

L'infissione del tubo-forma provvisorio sarà eseguita con un battipalo conforme alle specifiche pe battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

Tubi di rivestimento

Le medesime specifiche per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo valgono caratteristiche della tubazione provvisoria.
Per l'espulsione del fondello, posto ad occludere l'estremità inferiore del tubo-forma, è ammesso l di un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo-forma, collegato, tramite un'asta rig base della testa di battuta.
È ammesso l'impiego di tubo-forma dotati di fondello incernierato recuperabile.

Infissione

L'infissione sarà effettuata in conformità a quanto specificato per i pali battuti gettati in ope rivestimento definitivo, con la sola esclusione di quanto non applicabile.

Armature

Valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

Getto del calcestruzzo

Il getto di calcestruzzo avverrà secondo le modalità e le prescrizioni per i pali battuti gettati in o rivestimento definitivo, con contemporanea estrazione e accorciamento del tubo-forma provviso scarpa deve essere tenuta costantemente sotto un battente di calcestruzzo non inferiore a 2 m scopo, ogni manovra di accorciamento del rivestimento esterno e del tubo convogliatore dev preceduta dalla misurazione del livello del calcestruzzo, tramite l'impiego di uno scandaglio.
Lo scandaglio dovrà essere costituito da un grave metallico, del peso di circa 5 kg, di forma cilin fondo piatto, corredato di un filo di sospensione metrato.

51.3.3 Pali vibro-infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio

Attrezzatura

L'energia necessaria per l'infissione sarà applicata in testa al palo utilizzando un battipalo scorrevol torre con guide fisse con perfetto allineamento verticale e utilizzando un vibratore a masse ec regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.
Le caratteristiche del vibratore (momento di eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza c all'avvio, ampiezza e accelerazione del minimo) saranno scelte dall'appaltatore in relazione alle pr da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Infissione del tubo forma

Per quanto concerne le caratteristiche del tubo forma e le modalità di infissione dello stesso, va prescrizioni di per i pali battuti gettati in opera con tubo-forma estraibile.
L'infissione sarà eseguita fino al raggiungimento delle quote previste nel progetto esecutivo.
La distanza minima e/o l'intervallo di tempo tra l'infissione di due pali adiacenti sarà definita in re alla natura dei terreni attraversati. In ogni caso, la distanza minima non sarà inferiore a 3 diametri.

Posa dell'armatura e getto del calcestruzzo

Per quanto concerne le caratteristiche dell'armatura e le modalità di getto, valgono le prescrizioni battuti gettati in opera con tubo-forma estraibile.
Completata l'infissione, si provvederà a porre in opera l'armatura entro il tubo-forma e si darà luogo estraendo man mano, per vibrazione, il tubo-forma provvisorio.
La vibrazione deve favorire l'assestamento del calcestruzzo. Per evitare eventuali franamenti del te conseguente inglobamento di materiale nel getto di calcestruzzo, questo dovrà avere uno slump di
L'assorbimento reale di calcestruzzo può eccedere il valore teorico, riferito al diametro nominale de misura del 10-20%.

Controlli e documentazione

L'appaltatore deve redigere per ogni palo una scheda tecnica contenente tutti i dati riguardanti ovvero:
- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di infissione;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- descrizione di eventuali presunte anomalie stratigrafiche;
- tempo necessario per l'infissione;
- grafico degli assorbimenti di calcestruzzo.

51.3.4 Pali battuti prefabbricati

Prefabbricazione dei pali

La prefabbricazione dei pali può avvenire in stabilimento di produzione o in cantiere.

I pali prefabbricati in stabilimento dovranno essere costruiti con calcestruzzo centrifugato ave
resistenza caratteristica dopo stagionatura $R_{ck} \geq 40$ MPa.
Se richiesto, i pali saranno di tipo precompresso con il metodo dei fili d'acciaio aderenti.
I pali troncoconici avranno un diametro esterno rastremato di 1,5 cm per metro lineare, e un diame
non superiore alla metà dell'esterno.
I pali prefabbricati in cantiere, invece, saranno realizzati con calcestruzzo avente caratteristiche con
prescrizioni per le opere in conglomerato cementizio fornite in questo capitolato. La stagionatu
essere naturale in ambiente umido, oppure a vapore. In ogni caso, i pali dovranno raggiungere cara
di resistenza alla compressione e all'urto tali da permetterne l'infissione nelle condizioni stratigraf
sito senza lesioni e rotture.
Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature t
dei pali saranno costituite da uno o due spirali in filo lucido crudo esterne ai ferri longitudinali.
Le armature verranno pre-assemblate in gabbie, e i collegamenti saranno ottenuti con doppia legat
di ferro.
Le gabbie di armature avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie del palo di 3
dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine.

Giunzione dei pali

Nel caso di pali di lunghezza superiore a 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di due o più ele
giunto dovrà essere costituito da un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascu
spezzoni di palo da unire. Gli anelli verranno saldati fra loro e protetti con vernici bituminose o epos

Protezione della punta

La punta dei pali dovrà essere protetta con una puntazza metallica formata da un cono di lamiera c
al vertice di 60°, resa solidale al fusto del palo tramite spezzoni di tondino saldati alla puntazza e
nel calcestruzzo.
In terreni poco compatti l'uso della puntazza potrà essere evitato.
In terreni molto compatti, invece, la puntazza sarà rinforzata con massello di ghisa o sostituita
spezzone di profilato in acciaio a doppio T (nel caso di roccia).

Attrezzatura

L'infissione del palo sarà eseguita con un battipalo conforme alle prescrizioni per i pali battuti ge
opera con rivestimento definitivo.

Infissione

L'infissione dei pali avverrà tramite battitura, senza estrazione di materiale. Nel caso di strati g
addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni d'acqua. In tal caso, la discesa del palo avv
peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura.
Le iniezioni d'acqua dovranno essere interrotte non appena superato lo strato granulare, e comun
oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto esecutivo.
Modalità, pressioni e portata del getto dovranno essere comunicate alla direzione dei lavori.
Se motivato da esigenze di riduzione delle vibrazioni, o in alternativa all'uso delle iniezioni d'a
potranno eseguire prefori aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla minima sezione del palo.
Il preforo non dovrà raggiungere lo strato portante (se esistente) e fermarsi comunque almeno a
profondità di progetto.
L'infissione dei pali sarà attestata quando si registrerà il raggiungimento di una delle seguenti condiz
- arrivo alla quota di progetto;
- misurazione del rifiuto alla battitura.

In quest'ultimo caso, la direzione dei lavori ha facoltà di chiedere all'appaltatore la ribattitura del pa
24 ore di attesa, per tratti anche superiori a 0,5 m, se motivata da ragioni geotecniche partico
sovrappressioni interstiziali, ecc.).
Il rifiuto si considererà raggiunto quando l'infissione corrispondente a dieci colpi di battipalo eff
risulta inferiore a 2,5 cm.

Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rive
definitivo.

51.3.5 Pali trivellati con fanghi bentonitici

Attrezzatura

Per la perforazione saranno utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile
sarà il più idoneo in relazione alla natura e consistenza dei terreni da scavare.
Numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature dovranno essere tali da consentire la rea
dei pali nei tempi previsti alla luce delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei te
attraversare, nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Preparazione del fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato e utilizzato in accordo alle modalità progettuali.

Perforazione

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio d
d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della s
del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perfora
La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso
dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e, comunque, non inferiore ai 5
Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapi
il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, ecc.), sarà necessario interrom
perforazione alcuni metri prima e ultimarla solo nell'imminenza del getto.
Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà alla sostituzione del f
perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, e alla eventuale pu
fondo foro con gli utensili più adatti (per esempio, il cleaning bucket).
Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei
sistemi:
- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati, e per conse
adeguato immorsamento in substrati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli fran
azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e, comunque, dotati alla s
un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile.
In alternativa all'uso dello scalpello possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzat
idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.
L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tet
formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del fo

Armature

Completata la perforazione, si provvederà alla posa in opera della gabbia delle armature, preasse
conformità con le specifiche previste in questo capitolato o secondo le ulteriori indicazioni del dire
lavori.
Nel caso che il palo attraversi strati sede di falda acquifera in movimento, con pericolo di dilavam
calcestruzzo in fase di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sarà avvolta da un
tubolare di lamierino in acciaio di spessore non inferiore a 1 mm.

Getto del calcestruzzo

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da se
più lunghe di 3 m di tubo in acciaio avente diametro interno di 20-26 cm.
L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione
del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino u
di diametro non superiore a 2 cm. Sono escluse le giunzioni a flangia.
Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di alr
0,6 m^3) e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.
Prima di installare il tubo getto sarà eseguita un'ulteriore misura del fondo foro. Qualora lo spess
deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di puli
Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a circa 30-60 cm dal fon
perforazione. Al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo getta
di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tapp
da un involucro di carta o plastica, riempito con vermiculite granulare, palline di polistirolo o sabbia.
Durante il getto di calcestruzzo il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato, in modo d
l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando, altresì, la segregazione della malta dagli inerti.
Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, nel corso d
il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione
nel calcestruzzo di 2 m.
Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0,5-1 m al di sopra delle quote di progetto
palo, per consentire di eliminare la parte superiore del palo (scapitozzatura).
All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e d
3 o 4 m di palo.
È prescritta una cadenza di getto non inferiore a 15 m^3/ora.
Durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, l'appaltatore dovrà ver
quota di riempimento del palo, in modo da avere un immediato raffronto fra la quota teorica e
raggiunta.

Controlli e documentazione

Per ciascun palo, l'appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:
- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- profondità di perforazione;
- informazioni relative alla stratigrafia locale;
- volumi e grafico del getto.

In presenza di anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali
inferiori a quelle di progetto, l'appaltatore dovrà informare tempestivamente la direzione dei lavori.

51.3.6 Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Attrezzature

Le attrezzature per l'esecuzione dei pali trivellati con rivestimento provvisorio dovranno essere cos
- escavatori;
- morsa muovi-colonna;
- vibromorsa;
- utensile di scavo.

ESCAVATORI

Per gli escavatori valgono le specifiche valide per i fanghi bentonitici.

MORSA MUOVI-COLONNA

La morsa dovrà essere costituita da un telaio rigido di supporto, sul quale viene posto un collare m
tre settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul
supporto, collegato all'escavatore, saranno montati:
- due martinetti di oscillazione, sincronizzati, che imprimono un movimento rotatorio alla colonna;
- due martinetti di infissione ed estrazione della colonna, a funzionamento indipendente, che co
anche di correggere eventuali deviazioni della colonna.
Il diametro nominale del collare dovrà corrispondere al diametro del palo. Sarà consentito l'imp
opportune riduzioni.
Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in g
sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna adeguati al diametro e alla lunghezz
da realizzare.

VIBROMORSA

Per la vibromorsa valgono le prescrizioni per i pali vibro-infissi gettati in opera con tubo-forma prov

UTENSILE DI SCAVO

Per lo scavo entro la colonna di rivestimento provvisoria si utilizzerà l'utensile più adatto al tipo di
prevedendo, ove necessario, l'impiego di scalpello ad elevata energia demolitrice.

Tubi-forma

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale d
suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio/femmina.
L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototra
mediante adeguata attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure, in ter
mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole i
un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in s
anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. È ammessa la
per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingr
terreno.

Perforazione

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.
Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventua
fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. Lo scavo all
sarà approfondito sino alla quota di progetto.
L'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti a fondo

Armature

Per le armature devono applicarsi le specifiche previste dal presente capitolato speciale e le indicazioni del direttore dei lavori.

Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà conformemente alle specifiche per i pali trivellati con fanghi bentonitici, provv altresì, alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare battente minimo di calcestruzzo non inferiore a 3 m.

Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione, valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rive definitivo.

51.3.7 Pali trivellati ad elica continua

Questo tipo di palo potrà essere utilizzato solo se esplicitamente previsto in progetto.

Attrezzature

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate s guida, e dotate di dispositivo di spinta.
L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisu profondità da raggiungere.
L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corris alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.
L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calc All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'oc del condotto.
La perforazione avverrà, di norma, regolando coppia e spinta, in modo da avere condizioni di in prossime al perfetto avvitamento. In ogni caso, il volume di terreno estratto per caricamento de deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.
Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno inte dell'eventuale strato portante inferiore, l'appaltatore, con l'accordo della direzione dei lavori, potrà:
- eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

Armatura

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve congruente con il diametro della gabbia di armatura.
All'interno della gabbia, dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul disp spinta della rotary, per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla bas La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifi al punto 56.5.1.

Getto del calcestruzzo

Il calcestruzzo dovrà essere pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la cont colonna di conglomerato. L'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una

congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari a sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare, il circuito di alimentazione del ge essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Controlli e documentazione

Per ogni palo eseguito, l'appaltatore dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:
- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di perforazione;
- osservazioni sulla stratigrafia locale;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale, secondo le istruzion dalla direzione dei lavori;
- grafico dei tempi di perforazione;
- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella;
- volume di calcestruzzo gettato.

In caso di differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto esecutivo, l'appa dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedime modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefori, ecc.), concordandoli con la d dei lavori.

51.3.8 Pali con morsa giracolonna

La perforazione necessaria all'esecuzione dei pali da realizzarsi in presenza di trovanti, strati murature esistenti, ecc., dovrà essere eseguita, per la sola parte interessata, all'interno di tu provvisorio in acciaio infisso, con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna.

La tubazione dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nom palo, suddivisi in spezzoni lunghi da 2 a 2,5 m, connessi tra loro mediante manicotti esterni filettat speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nomi

L'infissione della tubazione di rivestimento dovrà essere ottenuta imprimendo un movimento rotot mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici.

La superficie all'interno del tubo di rivestimento potrà essere realizzata mediante:
- benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;
- secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida telescopica.

In entrambi i casi, si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disgregatori rotanti, con risalita dei de trascinamento ad opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno di fango bentonitico non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale, la perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della parte terminale del tubo

Pali compenetrati

I pali compenetrati per la realizzazione di paratie impermeabili, dovranno essere realizzati esegu metodi tradizionali una prima serie di pali opportunamente distanziati, e completando la paratia seconda serie di pali, che si compenetrano ai precedenti attraverso la tecnica della morsa giracolonn

51.3.9 Micropali

51.3.9.1 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, l'impresa dovrà individuare sul terreno la posizione dei micropali m appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dal
della palificata.
Tale pianta, redatta e presentata alla direzione dei lavori dall'impresa esecutrice, dovrà indicare la
planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

51.3.9.2 Micropali a iniezioni multiple selettive

Le fasi esecutive devono essere le seguenti:
- perforazione;
- allestimento del micropalo;
- iniezione;
- controlli e documentazione.

PERFORAZIONE

La perforazione deve essere eseguita con sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento
circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto esecutivo.
Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e p
adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.
Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro, si utilizzeranno compre
adeguata potenza.
Le caratteristiche minime richieste sono:
- portata: ≥ 1Ø l/min;
- pressione: 8 bar.

ALLESTIMENTO DEL MICROPALO

Completata la perforazione, si deve provvedere a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospe
fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificaz
Successivamente, si deve inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggi
profondità di progetto. Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo deve essere prolungat
fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.
Dopo tali operazioni, si deve procedere immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina).
in opera delle armature di frettaggio, ove previste, deve essere eseguita successivamente all'iniezi

INIEZIONE

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita, utilizzando una idonea miscela cementiz
o più fasi, di seguito descritte:
– formazione della guaina: non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di arm
provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la va
profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'a
tubolare. Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando util
effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina, si prov
lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura;
– iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati: trascorso un periodo di 12-24 ore dalla formazi
guaina, si deve procedere all'esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di anco
Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato
di iniezione. La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 ba
contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'inie
pressione, fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.
Per *pressione di iniezioni* si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.
L'iniezione deve essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e com
valori che, in relazione all'effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratt

idraulica del terreno (claquage). I volumi di iniezione devono essere non inferiori a tre volte il teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo. Nel caso in cui l'iniez previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvo nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12-24 ore. Fino a quando le operazioni di iniezi saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo di armatu
– caratteristiche degli iniettori: per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pist a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:
- pressione massima di iniezione: ≈ 100 bar;
- portata massima: ≈ 0,2 m³/min;
- numero massimo pistonate/minuto: ≈ 60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla direzione dei specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazio
– numero del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria);
– lunghezza della perforazione;
– modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti;
– caratteristiche dell'armatura;
– volume dell'iniezione di guaina;
– tabelle delle iniezioni selettive indicanti, per ogni valvola e per ogni fase:
- data;
- pressioni di apertura;
- volumi di assorbimento;
- pressioni raggiunte.

– caratteristiche della miscela utilizzata:
- composizione;
- peso specifico;
- viscosità Marsh;
- rendimento volumetrico o decantazione;
- dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

51.3.9.3 Micropali a semplice cementazione

Le fasi esecutive devono essere le seguenti:
- perforazione;
- allestimento del micropalo;
- cementazione;
- controlli e documentazione.

PERFORAZIONE

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui all'articolo precedente.

ALLESTIMENTO DEL MICROPALO

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui all'articolo precede provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

CEMENTAZIONE

– riempimento a gravità: il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire t tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a q

eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tra
carico. Si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno
Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per
l'armatura tubolare solo se il diametro interno è inferiore a 50 mm. In caso diverso, si dovrà ricorr
tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati. Il riempime
proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie, senza inclusioni o miscelazioni con il
perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire prefer
tramite il tubo di convogliamento;
– riempimento a bassa pressione: il foro dovrà essere interamente rivestito. La posa della malt
miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convog
come descritto al paragrafo precedente. Successivamente, si applicherà al rivestimento un'idone
tenuta, alla quale si invierà aria in pressione (0,5÷0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il riv
fino alla sua prima giunzione. Si smonterà, allora, la sezione superiore del rivestimento, e si app
testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a
malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive, fino a completare l'estrazione del riv
In relazione alla natura del terreno, potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultim
di rivestimento da estrarre, per evitare la fatturazione idraulica degli strati superficiali.

CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazio
- numero del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria);
- lunghezza della perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume della miscela o della malta;
- caratteristiche della miscela o della malta.

51.3.9.4 Tolleranze ammissibili

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto esecutivo
seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:
- coordinate planimetriche del centro del micropalo: ± 2 cm;
- scostamento dell'inclinazione dell'asse teorico: ± 2%;
- lunghezza: ± 15 cm;
- diametro finito: ± 5%;
- quota testa micropalo: ± 5cm.

Art. 52. Opere e strutture di muratura

52.1 Spessore minimo dei muri

Lo spessore dei muri portanti, come stabilito dal D.M. 14 gennaio 1008, non può essere inferiore
riportati nella tabella 57.1.

Tabella 57.1 - Tipo di muratura e relativo spessore minimo

Tipo di muratura	Spessore minimo [mm]
Muratura in elementi resistenti artificiali pieni	150
Muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	200
Muratura in elementi resistenti artificiali forati	240
Muratura di pietra squadrata	240
Muratura di pietra listata	400
Muratura di pietra non squadrata	500

52.2 Cordoli di piano e architravi

Ad ogni piano deve essere realizzato un cordolo continuo all'intersezione tra solai e pareti.
I cordoli devono avere altezza minima pari all'altezza del solaio, e larghezza almeno pari a quella
È consentito un arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. L'armatura corrente non deve esser
a 8 cm^2; le staffe devono avere diametro non inferiore a 6 mm e interasse non superiore a 25 c
metalliche o prefabbricate costituenti i solai devono essere prolungate nel cordolo per almeno la
sua larghezza e, comunque, per non meno di 12 cm, e adeguatamente ancorate ad esso.
In corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali sono prescritte, su entrambe le pare
parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m, compreso lo spessore del muro trasversale.
Al di sopra di ogni apertura deve essere realizzato un architrave resistente a flessione, effic
ammorsato alla muratura.

52.3 Cordoli di collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione è di norma realizzato mediante c
calcestruzzo armato, disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari
quello della muratura della prima elevazione, e di altezza non inferiore alla metà di detto spe
possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato. In tal caso, la disposizi
fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio d
trasmessi alle pareti della prima elevazione e alla fondazione.

52.4 Muratura armata

52.4.1 Gli aspetti generali

La muratura armata è costituita da elementi resistenti artificiali pieni e semipieni idonei alla realizz
pareti murarie incorporanti apposite armature metalliche verticali e orizzontali, annegate nella ma
conglomerato cementizio.

52.4.2Le barre d'armatura

Le barre di armatura possono essere costituite da acciaio al carbonio, da acciaio inossidabile o da a
rivestimento speciale, conformi alle pertinenti indicazioni di cui al paragrafo 11.3 delle nuove
tecniche.
È ammesso, per le armature orizzontali, l'impiego di armature a traliccio elettrosaldato o l'impieg
armature conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio, nel rispetto delle
normative di comprovata validità.
In ogni caso dovrà essere garantita un'adeguata protezione dell'armatura nei confronti della corrosio
Le barre di armatura devono avere un diametro minimo di 5 mm. Nelle pareti che incorporano arm
letti di malta al fine di fornire un aumento della resistenza ai carichi fuori piano, per contribuire al
della fessurazione o per fornire duttilità, l'area totale dell'armatura non deve essere minore dell
dell'area lorda della sezione trasversale della parete (cioè 0,015% per ogni faccia nel caso della
fuori piano).
Qualora l'armatura sia utilizzata negli elementi di muratura armata per aumentare la resistenza nel
quando sia richiesta armatura a taglio, la percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'a
della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,04% né superiore allo 0,5%, e non potrà avere
superiore a 60 cm. La percentuale di armatura verticale, calcolata rispetto all'area lorda della mura
potrà essere inferiore allo 0,05%, né superiore all'1,0%. In tal caso, armature verticali con
complessiva non inferiore a 2 cm^2 dovranno essere collocate a ciascuna estremità di ogni parete portante
ogni intersezione tra pareti portanti, in corrispondenza di ogni apertura e, comunque, ad intera
superiore a 4 m.

La lunghezza d'ancoraggio, idonea a garantire la trasmissione degli sforzi alla malta o al calcestr riempimento, deve, in ogni caso, essere in grado di evitare la fessurazione longitudinale o lo sfa della muratura. L'ancoraggio deve essere ottenuto mediante una barra rettilinea, mediante ganci, p forcelle o, in alternativa, mediante opportuni dispositivi meccanici di comprovata efficacia.
La lunghezza di ancoraggio richiesta per barre dritte può essere calcolata in analogia a quanto usu fatto per le strutture di calcestruzzo armato.
L'ancoraggio dell'armatura a taglio, staffe incluse, deve essere ottenuto mediante ganci o piegature barra d'armatura longitudinale inserita nel gancio o nella piegatura. Le sovrapposizioni devono gara continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che lo snervamento dell'armatura abb prima che venga meno la resistenza della giunzione. In mancanza di dati sperimentali relativi alla t usata, la lunghezza di sovrapposizione deve essere di almeno 60 diametri.
La malta o il conglomerato di riempimento dei vani o degli alloggi delle armature deve av completamente l'armatura. Lo spessore di ricoprimento deve essere tale da garantire la trasmiss sforzi tra la muratura e l'armatura, e tale da costituire un idoneo copriferro ai fini della durabilità deg
L'armatura verticale dovrà essere collocata in apposite cavità o recessi, di dimensioni tali che in cia essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro.

52.4.3Gli aspetti di dettaglio

Le prescrizioni normative per la muratura ordinaria si applicano anche alla muratura armata, con eccezioni. Gli architravi soprastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata. Le armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata e devono essere ancorat adeguato alle estremità mediante piegature attorno alle barre verticali. In alternativa, possor utilizzate, per le armature orizzontali, armature a traliccio o conformate in modo da garantire a aderenza e ancoraggio.
La percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non può inferiore allo 0,04%, né superiore allo 0,5%.
Parapetti ed elementi di collegamento tra pareti diverse devono essere ben collegati alle pareti garantendo la continuità dell'armatura orizzontale e, ove possibile, di quella verticale.
Agli incroci delle pareti perimetrali è possibile derogare al requisito di avere su entrambe le paret parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m.

52.4.4Le fondazioni

Le strutture di fondazione devono essere realizzate in cemento armato, verificandole utilizz sollecitazioni derivanti dall'analisi. Dovranno essere continue, senza interruzioni in corrisponde aperture nelle pareti soprastanti.
Qualora sia presente un piano cantinato o seminterrato in pareti di cemento armato, esso pu considerato quale struttura di fondazione dei sovrastanti piani in muratura portante, nel rispetto de di continuità delle fondazioni.

52.5 Murature e riempimenti in pietrame a secco. Vespai

52.5.1 Murature in pietrame a secco

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere fo possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno co opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di m dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supp con l'accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle co verticali.
Nell'interno della muratura, si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli inte pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva, o comunque isolati, sarà sempre da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm. A richiesta della direzione dei la dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per delle acque.

52.5.2 Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)

I riempimenti in pietrame a secco dovranno essere formati con pietrame, da collocarsi in opera a terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.
Per drenaggi o fognature, si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli. Negli strati inferiori impiegare il pietrame di maggiore dimensione, utilizzando nell'ultimo strato superiore pietrame ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere, otturando interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terr quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

52.5.3 Vespai e intercapedini

Nei locali i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale, potranno essere vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso, il terreno di sostegno di tali opere dov debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.
Per i vespai in pietrame si dovrà formare, anzitutto, in ciascun ambiente, una rete di cunicoli di ver costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m. Essi dovranno correre anche lun pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm · altezza, e un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.
Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo, riemp zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti con l'asse maggiore e in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo, infine, uno s ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.
Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murat idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

52.6 Criteri generali per l'esecuzione

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prol appositi bagnaroli, e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati e in regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati sopra un abbondante strato di malta e prem di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.
I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione, per dare maggiore presa all'intona stuccatura con il ferro.
Le murature di rivestimento devono essere fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opport collegate con la parte interna.
I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei perio durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi.
Sulle aperture di vani di porte e finestre devono essere collocati degli architravi (cemento armato, a
La costruzione delle murature deve iniziare e proseguire uniformemente, assicurando il p collegamento fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture ecces emergenti dal resto della costruzione.
La muratura deve procedere per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superfici viste o altrimenti prescritto.
All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammor relazione al

materiale impiegato.
Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio tra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, di impermeabilizzazione deve essere rialzata e bloccata superiormente di almeno 20 cm.
I muri controterra delimitanti vani interni al fabbricato (inclusi i sottopassi) devono essere inte rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estru densità, come meglio nel seguito specificato.

52.6.1 Murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista

Le murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista devono essere messe in op connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati so abbondante strato di malta, stesa con apposita cazzuola sui giunti verticali e orizzontali, premut esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.
Il letto di posa del primo ricorso, così come quello dell'ultimo in sommità della parete, deve esser con malta bastarda. Almeno ogni quattro ricorsi, dovrà essere controllata la planarità per eliminare asperità.
La larghezza delle connessure non deve essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm (con var relazione alle malte impiegate).
I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione per dare maggior presa all'intonac stuccatura con il ferro rotondo.
Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura devono essere passate al setaccio, per i giunti fra i mattoni riescano maggiori del limite di tolleranza fissato.
Le murature di rivestimento devono essere realizzate a corsi ben allineati e dovranno essere oppor ammorsate con la parete interna.
Nella realizzazione della muratura di laterizi a faccia vista si dovrà avere cura di scegliere, per esterne, i mattoni di miglior cottura, meglio formati e di colore più uniforme possibile, disponen perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti ver questo genere di paramento devono essere utilizzate malte a base di inerti silicei a granulometria c leganti idraulici e additivi nobilitanti e aventi specifiche caratteristiche, quali uniformità di c lavorabilità, minimo ritiro, idrorepellenza, assenza di efflorescenze, granulometria compresa fra 0
Le connessure non devono avere spessore maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse con apposito fer sbavature.
Le pareti di una o due teste e quelle in foglio devono essere eseguite con mattoni scelti, esclusi i laterizi incompleti e quelli che presentino spigoli rotti.
Tutte le pareti suddette devono essere eseguite con le migliori regole d'arte, a corsi orizzontali e filo, per evitare la necessità di impiego di malta per l'intonaco in forti spessori.
Nelle pareti in foglio devono essere introdotte, in fase di costruzione, intelaiature in legno o lamier attorno ai vani delle porte, con lo scopo di fissare i serramenti al telaio stesso anziché alla parete, e consolidamento quando esse non arrivino fino ad un'altra parete o al soffitto.
Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso deve essere be se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

52.6.2 Murature a cassa vuota

La tamponatura esterna del tipo cosiddetto *a cassa vuota* deve essere costituita da doppia parete con interposta camera d'aria in modo da avere uno spessore complessivo di 35 cm.
La doppia parete deve essere dotata di collegamenti trasversali.
La parete esterna potrà essere eseguita con:
- mattoni pieni o semipieni posti ad una testa;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso;
- mattoni forati a sei fori posti in foglio.

Sulla faccia interna della parete esterna sarà eseguita un'arricciatura fratazzata con malta di calce pozzolana con l'aggiunta di cemento di tipo 325, sulla quale sarà posta, se richiesto, la coibentazion
La parete interna potrà essere eseguita in:
- mattoni forati di spessore vario non inferiore a 5 cm;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso di spessore non inferiore a 8-10 cm.
Particolare cura dovrà essere tenuta nella formazione di mazzette, stipiti, sguinci e parapetti.

52.7 Facce a vista delle murature di pietrame

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, pot prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:
- con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento cosiddetto *con pietra rasa e teste scoperte* (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore, e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a su approssimativamente piana. Le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non p rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm.
Nel paramento definito *a mosaico grezzo*, la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello la grossa punta a superficie perfettamente piana e a figura poligonale, e i singoli pezzi dovranno co fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si seguiranno le norme in il paramento a pietra rasa.
Nel paramento cosiddetto *a corsi pressoché regolari*, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e q combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.
Nel paramento definito *a corsi regolari*, i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria. Dovranno avere la stessa altezza per tutta la del medesimo corso, e, qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere d ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza fra due corsi successivi non m di 5 cm. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, e, ove nell superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune pa di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da ta
Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.
In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le conn a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta del prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito stru modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente sbavature.

Art. 53. Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo

Calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato

53.1.1 Studio e accettazione della composizione del calcestruzzo

L'impresa, a seguito dello studio di composizione del calcestruzzo effettuato in laboratorio ufficia base delle prescrizioni progettuali, indicherà alla direzione dei lavori i risultati delle prove fisic

resistenza meccanica realizzate su una o più combinazioni di materiali granulari lapidei utilizzabil
lavoro in questione, specificando in modo preciso la provenienza e granulometria di ogni singola pe
Per ogni combinazione provata, verrà indicata dall'impresa la granulometria, la quantità d'acqua utili
rapporto acqua/cemento (a/c) in condizioni sature superficie asciutta, il tipo e dosaggio del ce
contenuto percentuale di aria inclusa, la lavorabilità e la relativa perdita nel tempo della medesima
fino a due ore dal confezionamento), nonché le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.
Una volta definita la formulazione della miscela, le prove di accettazione della miscela stessa d
essere eseguite presso un laboratorio ufficiale con i materiali componenti effettivamente usati in
tenendo conto dei procedimenti di impasto e di vibrazione adottati nello studio, i quali, a loro volta
preso in considerazione le procedure di impasto e posa in opera adottati in cantiere. Per motivi di r
verifiche potranno essere svolte dalla direzione dei lavori direttamente in cantiere. In questo ca
essere assicurata da parte dell'impresa la massima collaborazione. L'accettazione della miscel
avvenuta sulla base dei valori delle resistenze meccaniche a 2, 3 e 28 giorni di maturazione, dete
provini di forma cubica, prismatica (travetti e spezzoni) e cilindrica, dovrà essere convalidata da
allo stato fresco e indurito eseguite, sempre da un laboratorio ufficiale, sul calcestruzzo prelevato
prova di impianto, nonché su carote prelevate dall'eventuale getto di prova.
A giudizio della direzione dei lavori, qualora l'impianto di confezionamento e l'attrezzatura di posa
siano stati già utilizzati con risultati soddisfacenti in altri lavori dello stesso genere, l'accettazione della
miscela potrà avvenire sulla base dei risultati del solo studio di laboratorio.
Nel caso in cui le prove sul prodotto finito diano risultato negativo, fatto salvo il buon funzion
dell'impianto di confezionamento e delle apparecchiature di posa in opera e della loro risponde
caratteristiche e ai limiti di tolleranza imposti, l'impresa provvederà a suo carico a studiare una
miscela e a modificarla fino a che il prodotto finito non risponda alle caratteristiche prescritte. La d
dei lavori dovrà controllare attraverso il laboratorio ufficiale i risultati presentati.
Non appena confermata, con controlli eseguiti sul prodotto finito, la validità delle prove di lab
eseguite in fase di studio della miscela, la composizione del calcestruzzo diverrà definitiva.
Qualora per cause impreviste si debba variare la composizione della miscela, l'impresa,
autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà effettuare un nuovo studio da sottoporre all'appr
della direzione dei lavori stessa, seguendo le modalità sopraindicate.
L'impresa dovrà, in seguito, assicurare i necessari controlli sul calcestruzzo allo stato fresco e i
affinché venga rispettata la composizione accettata e le caratteristiche fisiche e di resistenza mec
prove e i controlli saranno completamente a carico dell'impresa, la quale dovrà provvedere
all'attrezzatura di un laboratorio idoneo ad eseguire le prove ritenute necessarie dalla direzione dei
Qui di seguito verranno indicate le caratteristiche del calcestruzzo, in modo che l'impresa appaltatr
assumerle come riferimento nello studio della relativa miscela.

53.1.2 Composizione granulometrica

La composizione dovrà essere realizzata con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati in
di due tipologie di sabbia. La composizione granulometrica risultante di queste ultime potrà essere
dalla miscela di due o più sabbie, nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di comp
idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale.
L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle
granulometriche componenti, in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e
Fuller, calcolate tra l'altro in funzione del diametro massimo che non dovrà superare i ….. mm
condizionamenti delle dimensioni dei tralicci di armatura.
Una volta accettata dalla direzione dei lavori una determinata composizione granulometrica, l'impre
attenersi rigorosamente ad essa per tutta la durata del lavoro.
Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5%
dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso, e variazioni eccedenti in
meno il 3% per l'aggregato fine.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto, ad aggregat
superficie asciutta. Pertanto, si dovranno apportare, nelle dosature previste dalla formulazione della
riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attu
aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli e assorbita per bagnarli.

53.1.3 Contenuto di cemento

Il contenuto minimo del cemento sarà di ……kg/m³ di calcestruzzo vibrato in opera e dovrà essere
controllato con la frequenza di …… con le modalità di cui alla norma UNI 6393. Una volta stabilito
attraverso lo studio della miscela il contenuto da adottare, questo dovrà mantenersi nel campo di
del ± 3% della quantità prevista.

53.1.4 Contenuto di acqua di impasto

Il contenuto di acqua di impasto del calcestruzzo verrà definito, in maniera sia ponderale sia volu
con la tolleranza del ± 10% (intervallo riferito al contenuto medio di acqua in l/m³). Il valore del contenuto
da rispettare sarà quello determinato in laboratorio al momento dello studio di formulazione e a
dalla direzione dei lavori.
L'impresa fisserà in conseguenza le quantità d'acqua da aggiungere alla miscela secca nel mesc
tenuto conto dell'acqua inclusa assorbita ed adsorbita nei materiali granulari e delle perdite per eva
durante il trasporto.
Il contenuto di acqua di impasto, tenendo anche conto dell'eventuale aggiunta di additivi fluid
superfluidificanti e di nuova generazione, dovrà essere il minimo sufficiente a conferire all'imp
lavorabilità specificata compatibilmente con il raggiungimento delle resistenze prescritte, in m
realizzare un calcestruzzo compatto, evitando al tempo stesso la formazione di uno strato d'acqua
malta liquida sulla superficie degli impasti dopo la vibrazione.
Per realizzare le esigenze sopra citate, il rapporto acqua/cemento, che non dovrà superare il valore
potrà ridursi, pur evitando di scendere al di sotto di ……., con taluni additivi superfluidificanti e di
generazione (entrambi i valori tengono conto dell'acqua adsorbita dagli inerti oltre all'acqua di impas
Il valore ottimo della consistenza, a cui attenersi durante la produzione del calcestruzzo, verrà
funzione delle caratteristiche della macchina a casseforme scorrevoli, eventualmente, dopo aver es
strisciata di prova. I singoli valori dell'abbassamento alla prova del cono (slump test), dovranno
all'impianto comunque non superiori a …… mm, e i valori di lavorabilità, determinati con la prova V
calcestruzzo prelevato immediatamente prima dello scarico dal ribaltabile di approvvigionamento,
risultare compresi fra 6 e 10 secondi.

53.1.5 Contenuto d'aria inglobata

La percentuale di additivo aerante necessaria ad ottenere nel calcestruzzo la giusta percentual
inglobata sarà fissata durante lo studio dell'impasto ed eventualmente modificata dopo la stesa
l'aria intrappolata deve essere: …….. + ……..%.
La misura della quantità d'aria inglobata verrà effettuata volumetricamente secondo le modalità de
UNI EN 12350-7

53.1.6 Resistenze meccaniche

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i valori minimi di re
meccanica illustrati nella tabella 58.1, rispettivamente su provini cubici o cilindrici confezionati e
con le modalità di cui alle norme UNI EN 12390-1, UNI EN 12390-2, UNI EN 12390-3

Tabella 58.1 - Valori minimi di resistenza meccanica

Stagionatura	A 3 giorni[1]	A 28 giorni
Compressione	≥ ..... N/mm²	≥ ..... N/mm²
Trazione per flessione	≥ ..... N/mm²	≥..... N/mm²
Trazione indiretta	≥ ..... N/mm²	≥ ..... N/mm²

[1] Potranno essere richieste, in progetto o all'inizio del cantiere, le stesse resistenze indicate, ma a due giorni.

La resistenza a trazione per flessione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma p
con le modalità di cui alla norma UNI EN 12390-5. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo,
i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non
tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%. Tale me
calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.
La resistenza a trazione indiretta verrà determinata su provini di forma cilindrica con prove eseg
modalità di cui alla norma UNI EN 12390-6. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi d
provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

53.2 Confezione, trasporto e posa in opera del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato

53.2.1 Attrezzatura di cantiere

Prima dell'inizio del lavoro, l'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori l'elenco e la desc
dettagliata delle attrezzature che intende impiegare per il confezionamento del calcestruzzo; quest
essere di potenzialità proporzionata all'entità e alla durata del lavoro, e dovranno essere armon
proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo.
L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direz
lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le profe
necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.
I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessar
Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla direzione dei lavori, e dovrà ess
produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile. In pa
dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorquando quest'ultima superi
di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del
che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

53.2.2 Confezione del calcestruzzo

La dosatura dei materiali per il confezionamento del calcestruzzo nei rapporti definiti con lo st
progetto e la sua accettazione da parte della direzione dei lavori, dovrà essere fatta con impianti in
automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con re
delle masse di ogni bilancia. A spese dell'impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima d
dei lavori e con cadenza settimanale, nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla direz
lavori la documentazione relativa.
La direzione dei lavori, allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il
fare installare nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, a
installazione e spesa dovrà provvedere l'impresa appaltatrice. La direzione dei lavori potrà ri
all'impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivi e metodi di controllo per verificarne in per
il buon funzionamento. In particolare, la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua
additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:
- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché
frazioni granulometriche (o pezzature) vengano misurate con determinazioni distinte;
- la massa del cemento dovrà essere determinata su una bilancia separata;

- l'acqua dovrà essere misurata in apposito recipiente tarato, provvisto di dispositivo che
automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;
- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di disp
distribuzione dotati di misuratori.
Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a z
bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate
e infine, qualora la sequenza del ciclo di dosaggio non si svolga correttamente.
L'interruzione del sistema automatico di dosaggio e la sua sostituzione con regolazione a mano po
effettuata solo previa autorizzazione della direzione dei lavori.
Nella composizione del calcestruzzo, a dosatura eseguita e immediatamente prima dell'introduz
mescolatore, saranno ammesse le seguenti tolleranze:
- 2% sulla massa di ogni pezzatura dell'aggregato;
- 3% sulla massa totale dei materiali granulari;
- 2% sulla massa del cemento.
Vanno rispettate le tolleranze ammesse sulla composizione granulometrica di progetto. Tali to
devono essere verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per alm
impasti consecutivi.

53.2.3Tempo di mescolamento

Il tempo di mescolamento deve essere quello raccomandato dalla ditta costruttrice l'impi
confezionamento del calcestruzzo, e, in ogni caso, non potrà essere inferiore ad un minuto. L'u
della miscela deve essere controllata dalla direzione dei lavori prelevando campioni di calce
all'inizio, alla metà e alla fine dello scarico di un impasto, e controllando che i tre prelievi non pre
abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20 mm, né composizione sensibilmente d
La direzione dei lavori potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione. Inoltre, qu
differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima g
produzione, le attrezzature di confezionamento saranno completamente verificate, e il cantiere
riprendere che su ordine esplicito della direzione dei lavori, e dopo che l'impresa abbia prodotto la
una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzi
calcestruzzo.

53.2.4 Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera, e
operazioni di posa in opera, dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli
evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni c
all'inizio della presa.
Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la
dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua
Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente
di produzione e trasporto del calcestruzzo.

53.2.5 Documenti di consegna

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il docu
consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:
- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206-1;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;

- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informaz
- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composi rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.
Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e cor espresse almeno in termini di resistenza contrattuistica e classe di consistenza.
Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 206-1 *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità* .

53.2.6 Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato

Programma dei getti

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma del calcestruzzo indicando:
- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:
- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposi progetto, le seguenti operazioni:
- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

53.2.6.1 Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la pos progetto all'interno delle casseforme durante il getto.
Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:
- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;

- la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa e fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ec
Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 1
Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del pompa.
Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le r riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere su 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.
Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.
La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profond strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenc segregazione, e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gett
L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appen dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei g essere mantenuta umida per almeno 15 giorni, e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in clim secchi.
Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso ad opportu autorizzate dalla direzione dei lavori.

53.2.6.2 Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro r diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia d getto.
Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.
La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusi opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in rispettare il copriferro prescritto.

Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte, ovvero sovrapposte, preferibilmente ne compresse o di minore sollecitazione.
La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:
- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lu di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente mediante prove sperimentali.

Per le barre di diametro $\phi > 32$ mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e ne sovrapposizioni.
L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei pr utilizzare per le giunzioni.

Getto del calcestruzzo ordinario

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sis
movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm, e che lo spessore degli strati orizzontali di ca
misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.
Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'imp
vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementiz
segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tub
che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.
Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti ad evitare la formazione
di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.
Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:
- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la
presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzz
con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate ed autorizzate dal direttore dei lavori
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il ca
fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così i
diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

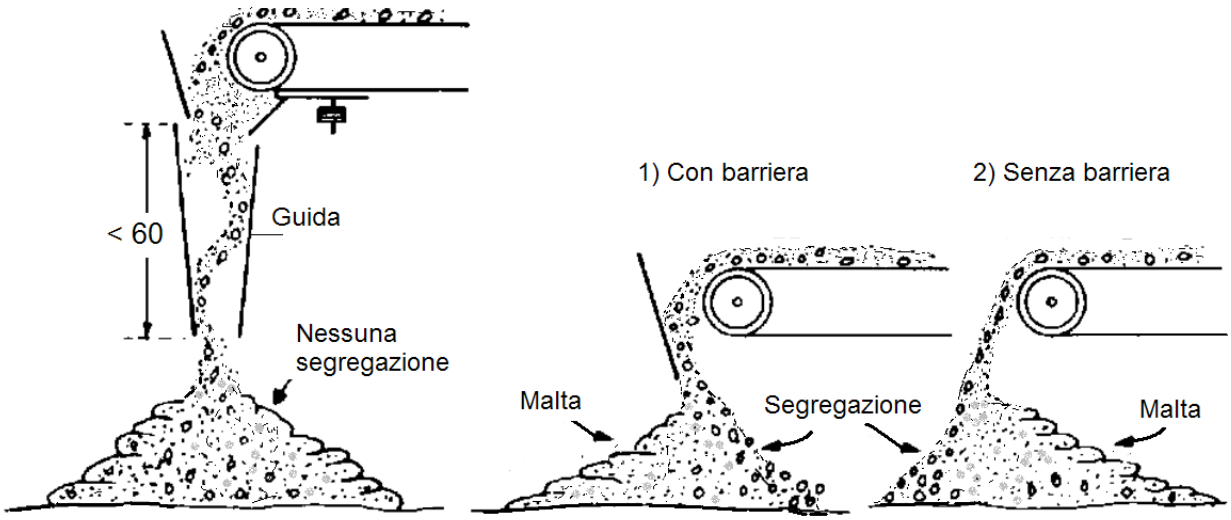


Figura 58.1 - Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) g
corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera co
soltanto il cambiamento di direzione della segregazione.

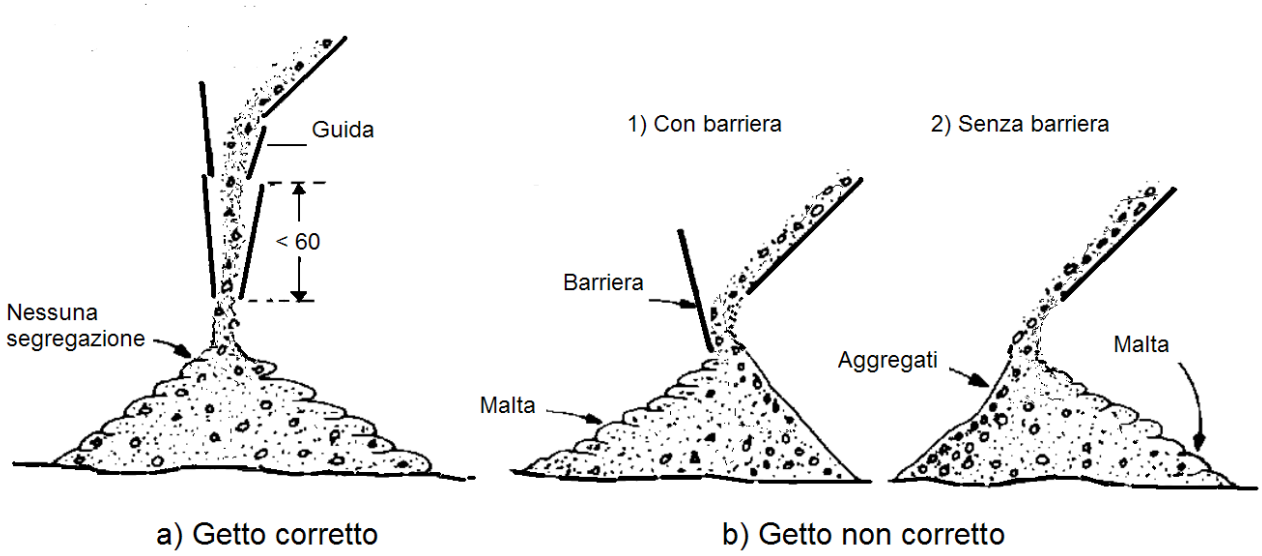


Figura 58.2 - Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto no corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera co soltanto il cambiamento di direzione della segregazione.

Getto del calcestruzzo autocompattante

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segr favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'imp per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa un una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in mo calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria c opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.
Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si sug immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e li presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassafor raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione dell Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento o di circa 10 m. Tale distanza dipende, comunque, anche dalla densità delle armature.

Getti in climi freddi

Si definisce *clima freddo* una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno delle seguenti condizioni:
- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5°C;
- la temperatura dell'aria non supera 10°C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temp +5°C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del g casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura 0° ≤ C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano pr opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei cost calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).
Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di prep movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza
In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.
Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti alle basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.
Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzz raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (N/mm^2), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.
II valore limite (5 N/mm^2) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in ac libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.
Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso de c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce com ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.
Nella tabella 58.2 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle co climatiche ed alle dimensioni del getto.

Tabella 58.2 - Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatich dimensioni del getto

Dimensione minima della sezione [mm]			
< 300	300÷900	900÷1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13°C	10°C	7°C	5°C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15°C/h	0,90°C/h	0,70°C/h	0,45°C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle cassefo dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura a ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5°C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseform Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibe
Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

Getti in climi caldi

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provo troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccess elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:
- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:
- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in oper

- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:
- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scad lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestru
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente term l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite do convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffr calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcest possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizz direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cement calore di idratazione, oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

53.2.6.3 Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibil devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si pr ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere m con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo d ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:
- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additiv nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto preced rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:
- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare
barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come
tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste vi
calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale
loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).
Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.
Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del dir
lavori.

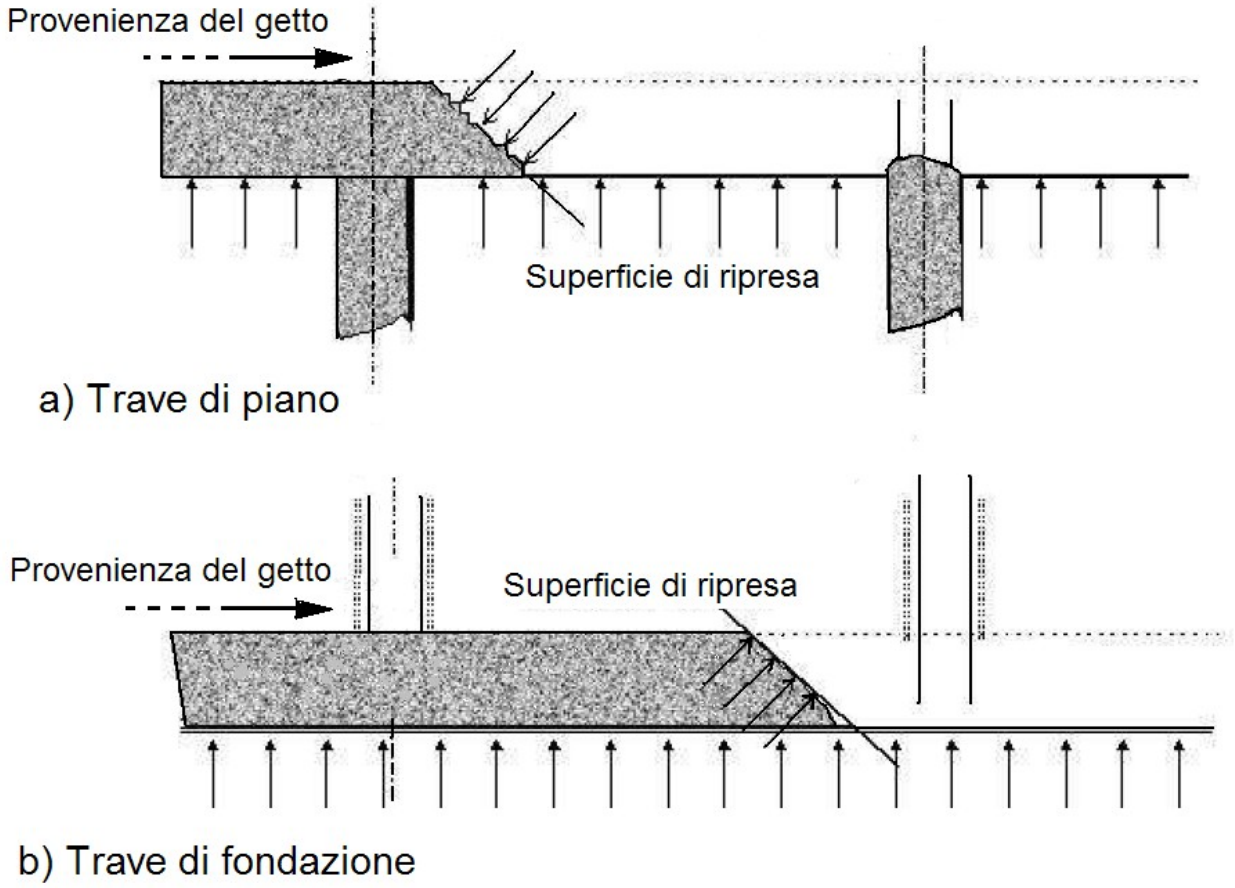


Figura 58.3 - Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione

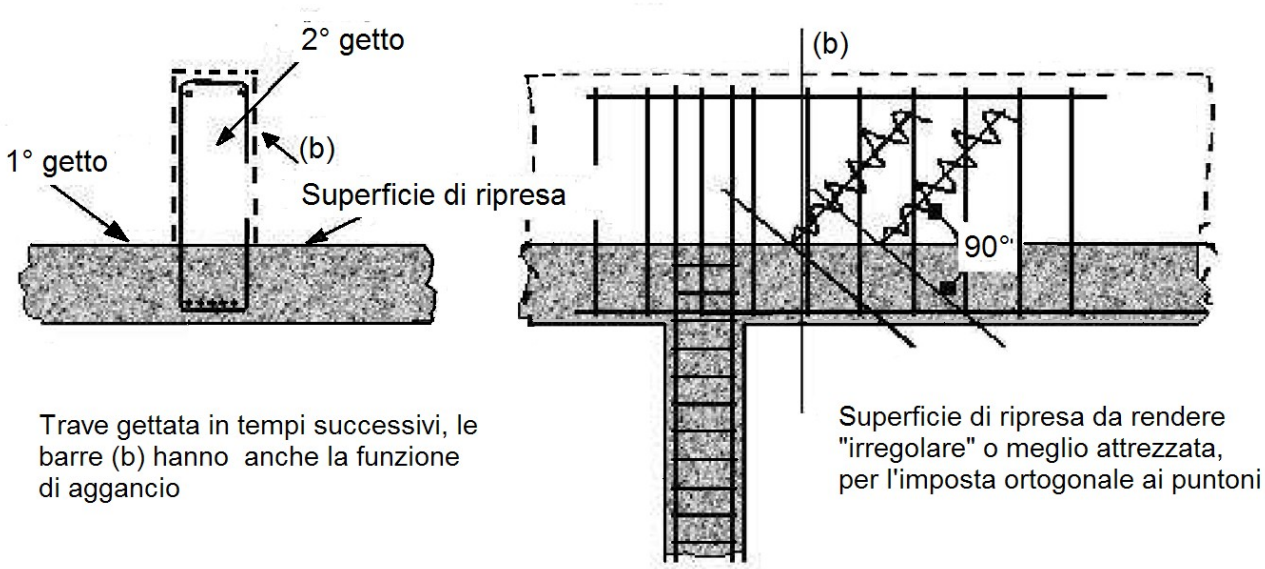


Figura 58.4 - Modalità di ripresa del getto su travi di spessore elevato

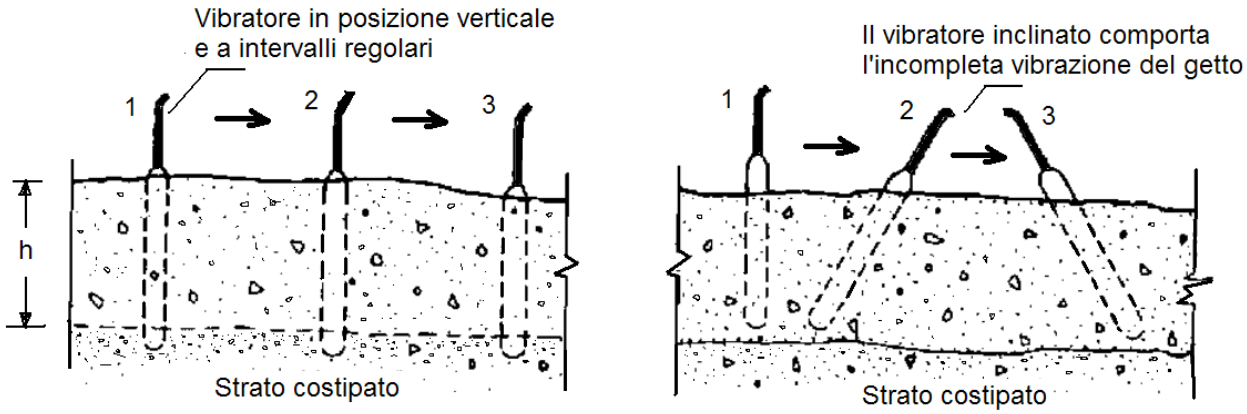
Compattazione del calcestruzzo

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racc
gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5
dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribu
dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella ca
La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serra
riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, b
assestamento.
I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, r
una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica
fluida.
La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere mi
aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela
che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati de
fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.
Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza ef
calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di
può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.
La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di co

53.2.6.3.1 Compattazione mediante vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la m
drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calces
assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed esp
intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruz
denso e compatto. I vibratori possono essere interni ed esterni.
I vibratori interni, detti anche *ad immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da
una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione

Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vi quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.
L'uso dei vibratori non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei compo calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di con conseguente trasporto di cemento.
Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo compl della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in m permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.
L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sott questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si imp formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta c con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibra barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibra condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.
Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del cal in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico evitare i giunti freddi.
I vibratori esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono, co essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione.
I vibratori superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie d in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è mi martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.



a) Vibrazione corretta b) Vibrazione errata

Figura 58.5 - Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

53.2.6.4 Stagionatura

53.2.6.4.1 Prescrizioni per una corretta stagionatura

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:
– prima della messa in opera:
- saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di
impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
- la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere ≤ 0°C, raffred
necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
– durante la messa in opera:
- erigere temporanee barriere frangivento per ridurne la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
- erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
- proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra
in opera e la finitura;
-ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.
– dopo la messa in opera:
- minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con m
impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
-la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70°C;
-la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20°C;
- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurit
elementi della struttura è di 15°C.
È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

53.2.6.4.2 Protezione in generale

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:
- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del ce
nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche.
ancora, per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione pr
rende il copriferro permeabile e, quindi, scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze a
presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeg
indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufa
di entità tale da generare fessure.
I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'
direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.
Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subisc
vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.
Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella
trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillat
compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere
direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella
indicata dal progettista.
L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottil
innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del ca
indurito nel caso di strutture massive.

53.2.6.4.3 Protezione termica durante la stagionatura

A titolo esemplificativo, di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le st
calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:
- cassaforma isolante;
- sabbia e foglio di polietilene;
- immersione in leggero strato d'acqua;
- coibentazione con teli flessibili.

CASSAFORMA ISOLANTE

Il $\Delta t \leq 20°C$ può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compen
spessore ≥ 2 cm, o se il getto si trova contro terra.

SABBIA E FOGLIO DI POLIETILENE

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con sabbia 7-1
foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie umida.

IMMERSIONE IN LEGGERO STRATO D'ACQUA

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera
di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che pe
mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.
Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperat
superficie per effetto dell'evaporazione.

COIBENTAZIONE CON TELI FLESSIBILI

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore di idratazione del
dispersione naturale. Si deve tener conto, tuttavia, che nella movimentazione le coperte posso
facilmente danneggiate.
Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni am
della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire
una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

53.2.6.4.4 Durata della stagionatura

Con il termine *durata di stagionatura* si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo
cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stag
il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera
La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la super
calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di e
prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a
condizione che il tempo di presa sia superiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie de
calcestruzzo sia superiore a 5°C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1
durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua s
almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto
Nella tabella 58.3 sono riportati, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperat
calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione divers
XC1.

Tabella 58.3 - Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione div
X0 a XC1)

	Durata minima della stagionatura (giorni)
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = f_{cm2}/f_{cm28}$[1]

Temperatura della superficie del calcestruzzo [°C]	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 < r \leq 0,30$	Lento $0,30 < r \leq 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,0	5
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7,0	10
$10 > t \geq 5$	3,0	6,0	10	15

[1] La velocità di sviluppo della resistenza è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica f_{cm} alla compressione determinata alla scadenza di 2 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le 5 ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura < 5°C non deve essere considerato come tempo di maturazione.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria ad ottenere la durabilità e impermeabilità de superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza per la rimozione delle casseforme, e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare l d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:
- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzion riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il pro venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effett nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lav eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabb l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere vis superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle supe rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la re all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

53.2.6.4.5 Norme di riferimento per i prodotti filmogeni

UNI EN 206-1 – *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;*

UNI 8656 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti*;

UNI 8657 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua* ;

UNI 8658 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento* ;

UNI 8659 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco* ;

UNI 8660 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

53.2.6.4.6 Controllo della fessurazione superficiale

Per le strutture in cemento armato non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.

Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere co mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

53.2.6.4.7 Maturazione accelerata con getti di vapore saturo

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con va temperatura di 55-80°C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcest deve superare i 60°C, e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 1 A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R-80 (Ac Curing of Concrete at Atmosferic Pressure).

53.2.7 Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato

Caratteristiche delle casseforme

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da portare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo, e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e vertic
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innal ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere pr indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono sottoposte alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista sian riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suo difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazio eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella co nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di ca a vista, e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili, oppure con mastice guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmant

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestr svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme met dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influe qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali as calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranz spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effe pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 58.4 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili pr per evitare, o almeno contenere, i difetti stessi.

Tabella 58.4 - Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni

Difetti	Conseguenze	Precauzioni
Per le casseforme		
Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
Tenuta insufficiente	Perdita di boiacca e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni
Per i pannelli		
Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo
Per i prodotti disarmanti		
Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo Presenza di bolle d'aria	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo omogeneo un film sottile di disarmante Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti impieghi
Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione del prodotto disarmante

53.2.7.1.1 Casseforme speciali

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli oriz
verticali.
Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemen
opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzam
getti è vincolato al raggiungimento, da parte del calcestruzzo, di una resistenza sufficiente a so
carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.
Questa tecnica è finalizzata alla realizzazione di strutture di notevole altezza, quali pile di ponte,
pareti di sbarramento (dighe), strutture industriali a sviluppo verticale.
La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo cont
velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficie
rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indo
attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo
Le casseforme scorrevoli orizzontali scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta.
avanzano su rotaie, e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento ad un filo
Sono utilizzate, ad esempio, per rivestimenti di gallerie, condotte d'acqua, rivestimenti di
pavimentazioni stradali, barriere spartitraffico.
Le casseforme scorrevoli verticali, invece, sono utilizzate per realizzare strutture, quali pile,
ciminiere.
L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso
delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il cal
deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficie

rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali, invece, il tempo d'indurimen
scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati
Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è
portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

53.2.7.1.2 Casseforme in legno

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavo
paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disu
sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima
con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per
fuoriuscita di boiacca cementizia.

Tabella 58.5 - Legname per carpenteria

Tavolame	tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m
Legname segato	travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12 · 12 a 20 · 20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	antenne, candele	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	da tavole (mascelle) da travi (mozzature)	lunghezza >20 cm

Fonte: AITEC, *Il cemento armato: carpenteria* .

53.2.7.1.3 Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspe
superficie del conglomerato cementizio indurito.
Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I c
non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su
casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.
Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla super
getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazio
essere contemporanea al getto.
Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarman
subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

53.2.7.1.4 Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri e
incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:
- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo
in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- non indebolire la struttura;
- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le ope
messa in opera del calcestruzzo.
I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cemen
devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che, dovunque sia poss
elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi d
entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo. Do
non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri
prescrivendo le cautele da adottare.
È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono, invece, ammessi quelli in plastica, ma ov
possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.
La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possi
preferiranno, quindi, forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

53.2.7.1.5 Strutture di supporto

Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:
- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consist
elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, gli effetti statici e
dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi accumuli in fase di getto e dalla
sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.
Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni
esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme, e la
quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto, non deve superare le tolleranze geometrich
per il getto.
Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessu
strutture di supporto devono prevedere l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo
messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi, anche parzialmente, al suolo,
assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assestamenti.
Nel caso del calcestruzzo autocompattante (SCC), è prudente tener conto della riduzione di pressione
laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computa
dalla quota d'inizio o di ripresa di getto. Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibil
la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il cal
autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di gett
linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna-piano, ecc.).

Giunti tra gli elementi di cassaforma

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriu
boiacca e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evi
modo da divenire elementi architettonici.

Predisposizione di fori, tracce, cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni pr
esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di ap
accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, se
e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

53.2.8 Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di s
Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficien
- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti
I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli el
supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.
La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata durante
l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle
strutture entro giorni …… dalla data di esecuzione del getto.
Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche so
e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione,
repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta
orientate verso il basso, che danno luogo ad impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). I
non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in
all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze proge
costruttive.
Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resisten
dal progettista, e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 108
ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.
Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo svilupp
resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno dell
delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.
Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzat
l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle st
disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei, e verificare i tempi di maturazione dei
calcestruzzo.
È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e tempora

Tabella 58.6 - Tempi minimi per del disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del g

Strutture	Calcestruzzo normale [giorni]	Calcestruzzo ad alta resistenza [giorni]
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette di luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

Disarmanti

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspet
superficie del calcestruzzo e la permeabilità, né influenzarne la presa, o causare la formazione d
macchie.
La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valu
effetti finali. In generale, le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produ
stessa cosa vale per l'applicazione del prodotto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8866-1 *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione* ;
UNI 8866-2 *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80°C, su superficie di acciaio o di legno trattato* .

Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle stru
calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.
Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranr
tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti dovranno essere accuratament
con malta fine di cemento ad alta adesione.
Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri, devo
riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante
A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulit
verniciatura delle superfici del getto con idonei prodotti.

Caricamento delle strutture disarmate

Il caricamento delle strutture in cemento armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione
che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sop
La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il c
considerando l'azione del solo peso proprio.

53.3 Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si fo
getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascu
dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabb
dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.
Le opere o i costituenti delle opere a faccia a vista, che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore
ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento d
del calcestruzzo sia lento e uniforme.
Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualo
apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza
acidi.
Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette, se
le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi mo
superfici stesse.
Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri element
pregiudichino la durabilità o l'estetica.
Si dovranno evitare, inoltre, macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripre
casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui f
successivamente, sulle superfici finite del getto.
Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a
dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.
Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno esse
dopo la scasseratura.

53.4 Difetti superficiali delle strutture, cause e rimedi

I difetti superficiali del calcestruzzo influenzano non solo le sue caratteristiche estetiche, ma anche
durabilità.
I più frequenti difetti superficiali sono riportati nelle tabelle che seguono, con le indicazioni relat
cause e ai rimedi che devono essere adottati.

Tabella 58.7 - Nidi di ghiaia

Nidi dighiaia (presenza di aggregato grosso non ricoperto da malta cementizia)		
Cause		Rimedi
Progettuali	Sezione con forte congestione dei ferri di armatura e mancanza di spazio per l'introduzione dei vibratori	Adeguare la disposizione delle armature
Casseforme	Giunti non a tenuta, che permettono la fuoriuscita di acqua, boiacca o malta	Adeguare le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Carenza di fini, scarsa lavorabilità o eccesso d'acqua, indurimento anticipato, diametro massimo degli aggregati in relazione alle dimensioni del getto	Correggere la miscela
Messa in opera	Calcestruzzo lasciato cadere da un'altezza eccessiva, carico eccessivo di calcestruzzo nelle casseforme, tramogge di carico inesistenti o inefficaci, spostamento orizzontale del calcestruzzo	Correggere la messa in opera
Compattazione	Vibratori sottodimensionati per potenza, frequenza o ampiezza, tempo di vibrazione troppo breve o eccessivo, distanza eccessiva tra i punti di vibrazione, numero di vibratori insufficiente	Correggere l'uso dei vibratori



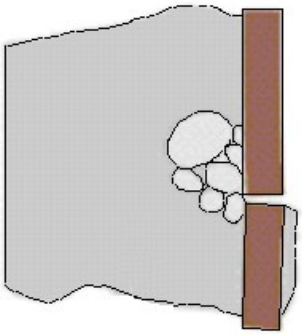


Figura 58.6 - Nidi di ghiaia

Tabella 58.8 - Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

Cavità singole sulla superficie di forma irregolare e dimensione fino a 20 mm		
Cause		Rimedi
Progettuali	Superfici di getto in contropendenza o con interferenze	-
Casseforme	Superfici delle casseforme impermeabili, poco bagnabili, troppo flessibili, con agente disarmante inadeguato	Adeguare il disarmante
Condizioni operative	Agente disarmante applicato in misura eccessiva o non nebulizzato, temperatura del calcestruzzo troppo elevata	Correggere l'applicazione del disarmante
Proprietà del calcestruzzo fresco	Sabbia troppo ricca in fini, lavorabilità inadeguata, dosaggio eccessivo in cemento o materiale pozzolanico, contenuto d'aria troppo alto, calcestruzzo troppo viscoso	Correggere la miscela
Messa in opera	Messa in opera del calcestruzzo discontinua o troppo lenta, portata della pompa o delle tubazioni inadeguata	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Ampiezza di vibrazione eccessiva, vibratore mantenuto fermo e/o parzialmente immerso, vibrazione esterna inadeguata	Correggere il metodo di vibrazione

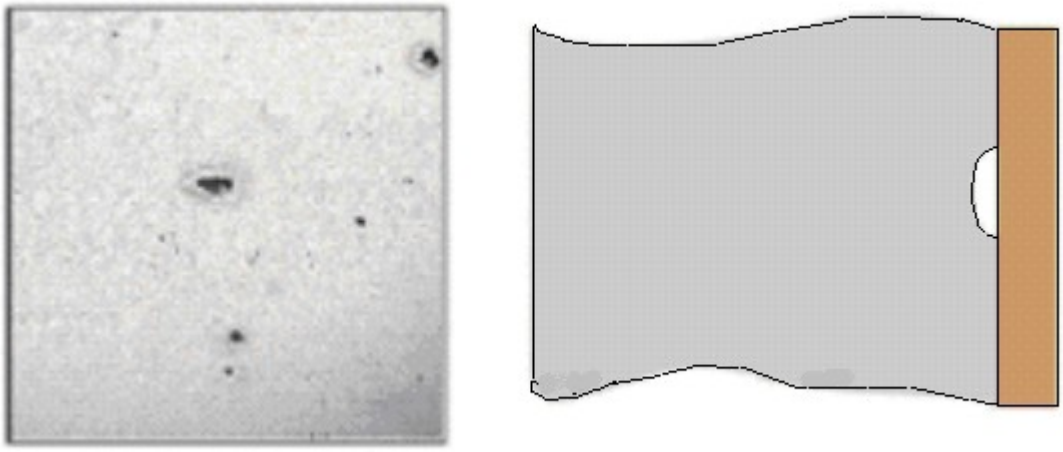


Figura 58.7 - Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

Tabella 58.9 - Giunti delle casseforme in evidenza

Superfici dei giunti con evidenza di aggregati fini o grossi carenti in cemento, generalmente delimitati d superfici scure		
Cause		Rimedi
Casseforme	Mancanza di tenuta nei giunti delle casseforme o nei raccordi di fissaggio, con sigillatura inadeguata	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Spostamento laterale del calcestruzzo	Correggere il metodo di messa in opera
Proprietà del calcestruzzo fresco	Eccesso di acqua, calcestruzzo troppo fluido, e/o carenti in pasta cementizia	Correggere l'applicazione del disarmante e adeguare la miscela
Messa in opera	Tempo di attesa eccessivo tra la posa del calcestruzzo e la compattazione	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Eccessiva ampiezza o frequenza della vibrazione in relazione alla dimensione delle casseforme	Correggere la vibrazione

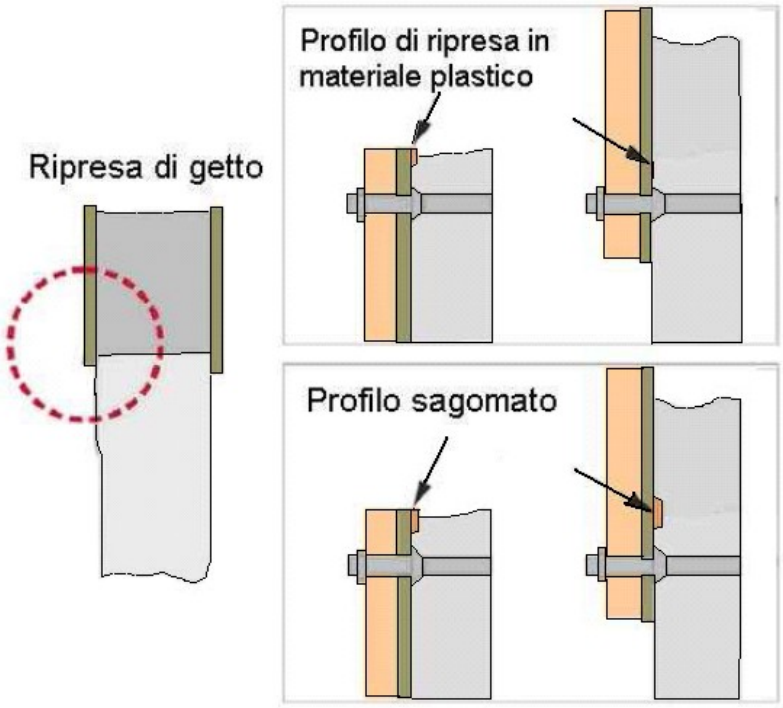


Figura 58.8 - Giunti delle casseforme in evidenza

Tabella 58.10 - Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista

Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista (superfici chiazzate di chiaro o di scuro, prese di macchie aventi dimensioni simili a quelle dell'aggregato)		
Cause		Rimedi
Casseforme	Troppo flessibili	Adeguare le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Aggregati carenti nel contenuto in fini, granulometria non corretta, aggregato leggero con calcestruzzo troppo fluido	Adeguare la miscela
Compattazione	Vibrazione esterna eccessiva, o vibrazione eccessiva di calcestruzzo leggero	Correggere il sistema di vibrazione

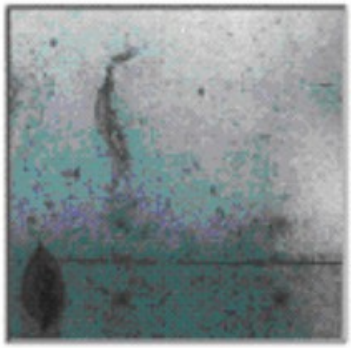
Tabella 58.11 - Fessure di assestamento

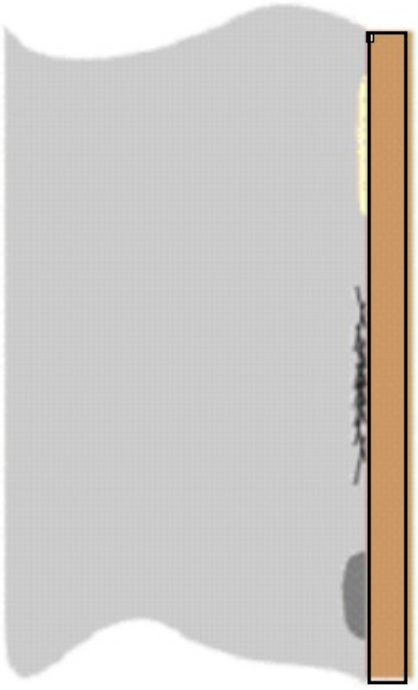
Fessure di assestamento (anche corte, di ampiezza variabile e disposte orizzontalmente)		
Cause		Rimedi
Progettuali	Elementi sottili e complessi con difficoltà di accesso per il calcestruzzo e vibratori, spessore del copriferro inadeguato	Adeguare/verificare la geometria
Casseforme	Casseforme inadeguate e dallesuperfici ruvide	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Discontinuità nelle operazioni di getto con tempi eccessivi durante la messa in opera del calcestruzzo(ad esempio, tra le colonne e i solai o le travi)	Assicurare la continuità del getto
Proprietà del calcestruzzo fresco	Composizione granulometrica inadeguata, calcestruzzo troppo fluido, cemento con presa troppo rapida	Verificare la miscela
Messa in opera	Discontinua	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.12 - Variazioni di colore

Variazioni di colore (variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme)		
Cause		Rimedi
Progettuali	Ferri di armatura molto vicini alle casseforme	Adeguare il copriferro
Casseforme	Variazioni nelle proprietà di assorbimento superficiale, reazione fra il calcestruzzo e la superficie della cassaforma, reazione con l'agente disarmante, perdita di boiacca in corrispondenza dei giunti	Correggere le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Granulometria inadeguata degli aggregati, miscelazione non completa, calcestruzzo troppo scorrevole, vibrazione eccessiva	Adeguare la miscela
Messa in opera	Segregazione dei costituenti, consistenza troppo fluida	Aggiustare la consistenza
Compattazione	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle	Correggere la vibrazione

	casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	







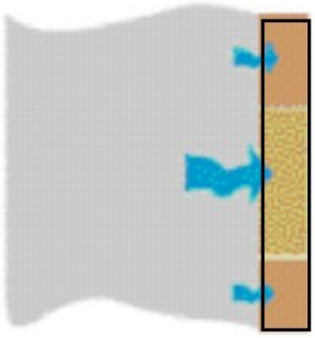
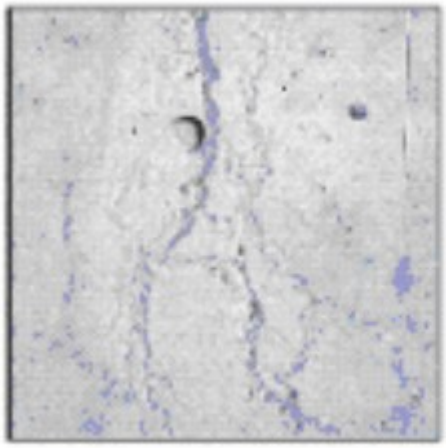


Figura 58.9 - Variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione casseforme

Tabella 58.13 - Striature di sabbia e acqua

Striature di sabia e acqua (variazioni di colore o di ombre dovute alla separazione di particelle fini)		
Cause		Rimedi
Casseforme	Mancanza di tenuta delle casseforme, acqua in eccesso sul fondo della cassaforma risalente durante il getto	Adeguare le casseforme, drenare e asciugare l'acqua
Condizioni operative	Temperatura bassa, calcestruzzo con eccesso di acqua	Adottare una protezione per le casseforme
Proprietà del	Scarso o eccessivamente	Adeguare la miscela

calcestruzzo fresco	ricco di fini, miscela arida, con insufficiente contenuto di pasta	
Messa in opera	Troppo veloce	Correggere la messa in opera
Compattazione	Vibrazione e/o ampiezza di vibrazione eccessive	Adeguare la vibrazione



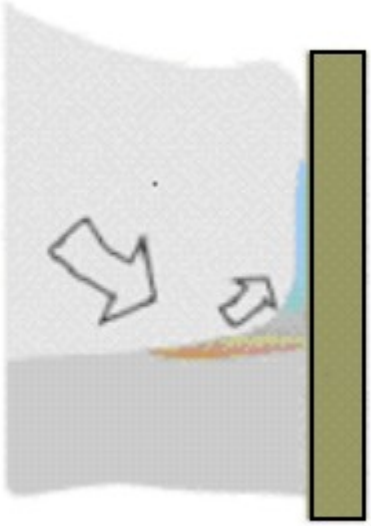


Figura 58.10 - Striature di sabbia e acqua

Tabella 58.14 - Delimitazione degli strati

Delimitazione degli strati (zone di colore scuro tra gli strati nel calcestruzzo)		
Cause		Rimedi
Casseforme	Troppo deformabili	Irrigidire le casseforme
Condizioni operative	Temperatura troppo elevata, mancanza di continuità nella posa del calcestruzzo e riprese di getto a freddo	Adeguare il mantenimento della lavorabilità
Proprietà del calcestruzzo fresco	Troppo bagnato con tendenza all'essudamento, presa rapida	Adeguare la miscela
Messa in opera	Troppo lenta, attrezzature o mano d'opera inadeguate	Correggere la messa in opera
Compattazione	Carenze nella vibrazione, difetto di penetrazione dei vibratori attraverso gli strati	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.15 - Giunti freddi

Giunti freddi (vuoti, nidi di ghiaia, variazioni di colore ai bordi delle riprese, bordo superiore del calcestruzzo non conn allo strato inferiore)		
Cause		Rimedi
Progettuali	Spazio insufficiente per inserire il vibratore	Adeguare i sistemi di vibrazione
Condizioni operative	Mancanza di coordinamento fra la messa in opera e la compattazione o sistema di vibrazione inadeguato, messa in opera nel momento in cui lo strato inferiore del calcestruzzo ha già iniziato ad indurire	Continuità della messa in opera e della vibrazione
Proprietà del calcestruzzo fresco	Elevata perdita di lavorabilità e indurimento troppo rapido	Migliorare la miscela
Messa in opera	Strati troppo profondi, tempi di attesa eccessivi nella messa in opera dei vari strati	Adeguare le procedure di esecuzione
Compattazione	Vibrazione insufficiente, impossibilità di conferire continuità al getto inserendo il vibratore negli strati contigui, mancato inserimento dei vibratori nello strato sottostante	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.16 - Marcatura delle casseforme

Marcatura delle casseforme (irregolarità sulla superficie in corrispondenza delle giunzioni delle casseforme, o come conseguenza di d delle casseforme)		
Cause		Rimedi
Progettuali	Giunti di costruzione in corrispondenza di una variazione nella direzione delle casseforme	-
Casseforme	Inadeguate al tipo di getto (dimensioni del getto, pressione sulle casseforme) e di messa in opera, facilmente deformabili	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Sistema di ancoraggio delle casseforme inadeguato, eccessivo accumulo di calcestruzzo prima della sua distribuzione	Correggere il sistema di ancoraggio e le procedure di getto
Proprietà del calcestruzzo fresco	Eccessivo ritardo nell'indurimento del calcestruzzo	Migliorare la miscela
Messa in opera	Troppo lenta	Accelerare la messa in opera
Compattazione	Ampiezza di vibrazione eccessiva, disomogenea distribuzione dei punti di immersione dei vibratori	Adeguare la vibrazione



Figura 58.11 - Marcatura delle casseforme

53.5 Tolleranze dimensionali

53.5.1 Pilastri

LUNGHEZZA	± 1 cm
DIMENSIONE ESTERNA	± 0,5 cm
FUORI PIOMBO PER METRO DI ALTEZZA	1/500
INCAVO PER ALLOGGIAMENTO TRAVI	± 0,5 cm

53.5.2 Travi

LUNGHEZZA	± 2 cm
LARGHEZZA	± 0,5 cm
ALTEZZA	± 1 cm
SVERGOLATURE PER METRO DI LUNGHEZZA	1/1000

Art. 54. Esecuzione di strutture in cemento armato precompresso

54.1 Compattazione dei getti

Il getto di calcestruzzo per strutture precompresse deve essere costipato per mezzo di vibratori lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei c

54.2 Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione

Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggr ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

54.3 Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione

Dietro gli apparecchi di ancoraggio deve disporsi una armatura tridirezionale atta ad assorbire, c margine, gli sforzi di trazione e di taglio derivanti dalla diffusione delle forze concentrate, ivi com eventuali reazioni vincolari.

54.4 Posa delle barre. dei cavi e loro messa in opera

Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio cor pieghe, ecc.

Si deve, altresì, prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia ne di approvvigionamento sia in opera, fino alla ultimazione della struttura. All'atto della messa in devono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito. I due dat essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi allungamenti a scopo di contr perdite per attrito.

Il posizionamento delle barre e dei cavi deve essere accuratamente controllato prima del getto.

54.4.1 Operazioni di tiro

Qualora all'atto del tiro si riscontrino perdite per attrito superiori a quelle previste in progetto, un'al queste, fino ad un massimo del 7% della tensione iniziale, potrà essere compensata da una maggio di carattere temporaneo.

I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, ossia le letture ai manometri e gli allungamenti m verranno registrati in apposite tabelle, sulle quali saranno preventivamente indicate le tensioni iniz armature e gli allungamenti teorici.

Il dispositivo di misura dello sforzo deve essere possibilmente indipendente dalle apparecchia indurre la pre-tensione.

I manometri devono essere tarati con frequenza almeno mensile.

Si deve, inoltre, effettuare preventivamente una misura degli attriti che si sviluppano all'inte martinetto.

All'atto del tiro, devono essere confrontati gli allungamenti rilevati con quelli previsti dal calcolo.

Un'insufficienza di allungamento, conseguenza di un attrito superiore a quello previsto, rich l'adozione di idonei accorgimenti come l'assorbimento della tensione iniziale fino al massimo cons se necessari, l'attuazione di procedure specifiche, quali la lubrificazione, che non deve alterare la su aderenza tra armatura e la malta delle iniezioni.

Un'eccedenza di allungamento, quando non sia dovuta al cedimento dell'ancoraggio oppo all'assestamento iniziale del cavo, tratto che deve essere accertato con particolare attenzione, indic inferiore a quello previsto. In tal caso, si deve ridurre la tensione, per evitare che la tensione final cavo sia superiore a quella ammessa.

54.4.2 Protezione dei cavi e iniezioni

Le guaine dei cavi devono essere assolutamente stagne e le giunzioni devono essere efficacemente Alla buona esecuzione delle iniezioni è affidata la conservazione nel tempo delle strutture in cemen precompresso a cavi e, pertanto, di seguito vengono fornite apposite indicazioni.

L'iniezione nelle strutture a cavi scorrevoli deve:

- prevenire la corrosione dell'acciaio di precompressione;
- garantire un'efficace aderenza fra l'acciaio e il conglomerato.

Caratteristiche della malta

La malta deve essere fluida e stabile con minimo ritiro e adeguata resistenza, e non deve conter aggressivi. Deve essere composta da cemento, acqua ed eventuali additivi. Elementi inerti (pe farina di sabbia) possono impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm, nel rapporto inerti/cemento < 25%.
Gli additivi non devono contenere ioni aggressivi (cloruri, solfati, nitrati, ecc.) e, comunque, non pr aumento di ritiro.
Possono impiegarsi resine sintetiche o bitume o altro materiale, solo dopo averne dimostrato la mediante idonea documentazione sperimentale.
La malta deve essere sufficientemente fluida perché la si possa correttamente iniettare nei canali. S di controllare la fluidità della malta accertando che il tempo misurato al cono di Marsh sia compreso 25 secondi.
La resistenza a trazione per flessione a sette giorni deve essere maggiore o uguale a 4 N/mm^2.
Il tempo d'inizio della presa a 30°C deve essere superiore a tre ore.
Il rapporto acqua/cemento, da determinare sperimentalmente per ogni tipo di cemento, deve esse possibile, compatibilmente con la fluidità richiesta e comunque non deve superare 0,40 e 0,3 additivi, e, inoltre, deve essere tale che la quantità d'acqua di essudamento alla superficie della condizioni di riposo sia inferiore al 2%.
Il ritiro a 28 giorni non deve superare 2,8 mm/m.

Operazioni di iniezione

Dopo l'impasto, la malta deve essere mantenuta in movimento continuo. È essenziale che l'imp esente da grumi. Immediatamente prima dell'iniezione di malta, i cavi vanno puliti. L'iniezion avvenire con continuità e senza interruzioni. La pompa deve avere capacità sufficiente perché in diametro inferiore a 10 cm la velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m al minuto, senza che la superi le 1000 kPa (10 atm). La pompa deve avere un'efficace dispositivo per evitare le sovrappres è ammessa l'iniezione con aria compressa. Quando possibile, l'iniezione si deve effettuare dal p ancoraggio o dal più basso foro del condotto. Per condotti di grande diametro può essere necessar l'iniezione dopo circa due ore. La malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quella alla b immissione e non deve contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati, si manterrà una pression kPa fin tanto che la pressione permane senza pompare per almeno un minuto. La connessione fra l'u tubo di iniezione e il condotto deve essere realizzata con dispositivo meccanico e tale che non po entrata d'aria. Appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta, se necessario.

Condotti

I punti di fissaggio dei condotti devono essere frequenti, ed evitare un andamento serpeggiante.
Per evitare sacche d'aria devono essere disposti sfiati nei punti più alti del cavo.
I condotti devono avere forma regolare, preferibilmente circolare. In ogni caso l'area libera del c dovrà risultare non minore di 4 cm^2.
Si devono evitare per quanto possibile brusche deviazioni o cambiamenti di sezione.

Iniezioni

Fino al momento dell'iniezione dei cavi occorre proteggere l'armatura dall'ossidazione. Le ini dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione, salvo casi eccezionali di nei quali devono essere adottati accorgimenti speciali al fine di evitare che possano iniziare fen corrosione.
In tempo di gelo, è bene rinviare le iniezioni, a meno che non siano prese precauzioni speciali.

Se si è sicuri che la temperatura della struttura non scenderà al di sotto di 5°C nelle 48 ore seg
iniezione, si può continuare l'iniezione stessa con una malta antigelo di cui sia accertata la non agg
contenente il 6÷10% di aria occlusa.
Se può aversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisogna riscaldare la struttura e mantene
almeno per 48 ore, in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda al di sotto di 5°C.
Dopo un periodo di gelo bisogna assicurarsi che i condotti siano completamente liberi da ghiaccio c
vietato il lavaggio a vapore.

Art. 55. Armature minime e limitazioni geometriche delle sezioni degli elementi strutturali in cemento armato

55.1 Generalità

Le armature di elementi strutturali in cemento armato devono rispettare le dimensioni minime sta
punto 4.1.6.1.1 delle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

55.1.1 Armatura minima delle travi

L'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a: $A_{s,min}$

$$A_{s,min} = 0{,}0013\, b_t \cdot d$$

dove
b_t rappresenta la larghezza media della zona tesa (per una trave a T con piattabanda compressa, ne
il valore di b_t si considera solo la larghezza dell'anima);
d è l'altezza utile della sezione.
Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata,
per uno sforzo di trazione pari al taglio.
Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve s
individualmente $A_{s,max} = 0{,}04\, A_c$, essendo A_c l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.
Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non in
$A_{st} = 1{,}5$ b mm^2/m, essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe
metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.
In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

55.1.2 Armatura minima dei pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono aver
maggiore o uguale a 12 mm, e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm. Inoltre, la loro
deve essere inferiore a $A_{s,min} = 0{,}003\, A_c$, dove A_c è l'area di calcestruzzo.
Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di dodici volte il diametr
delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle s
deve essere minore di 6 mm e di 1/4 del diametro massimo delle barre longitudinali.
Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura non deve superare $A_{s,max} = 0{,}04\, A_c$, essendo A_c
l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

55.1.3 Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo non infe
mm.
Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (co
deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle arma
corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devo rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.
Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al ne sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.
Il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto in tabella 60.1, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di tabella 4.1.IV delle norme tec le costruzioni. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c armato o cavi aderenti da cemento armato precompresso (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti, ecc.) o monodimensionale (travi, pilastri, ecc).
Ai valori della tabella 60.1 devono essere aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore indicazioni di norme di comprovata validità.
I valori della tabella 60.1 si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (tipo 2 secondo 2.4.I delle norme tecniche per le costruzioni). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 la citata tabella 2.4.I) i valori della tabella 60.1 vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza C_{min}, i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a co qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 m
Per acciai inossidabili, o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e vers interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in documentazioni di comprovata validità.

Tabella 60.1 - Valori minimi di copriferro

			Barre da cemento armato		Barre da cemento armato		Cavi da cemento armato precompresso		Cavi da cemento armato precompresso	
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto aggressivo	35	40	40	45	45	50	50	50

55.2 Dettagli costruttivi

Le indicazioni fornite nel seguito in merito ai dettagli costruttivi si applicano sia alle strutture in c armato gettate in opera che alle strutture in cemento armato prefabbricate. I dettagli costruttivi sor in termini di:
- limitazioni geometriche;
- limitazioni di armatura.

55.2.1 Limitazioni geometriche

Travi

La larghezza b della trave deve essere ≥ 20 cm e, per le travi basse comunemente denominate *a spessore*, deve essere non maggiore della larghezza del pilastro, aumentata da ogni lato di metà dell'alte sezione trasversale della trave stessa, risultando, comunque, non maggiore di due volte b_c, dove b_c è la larghezza del pilastro ortogonale all'asse della trave.
Il rapporto b/h tra larghezza e altezza della trave deve essere ≥ 0,25.

Non deve esserci eccentricità tra l'asse delle travi che sostengono pilastri in falso e l'asse dei pilas
sostengono. Esse devono avere almeno due supporti, costituiti da pilastri o pareti. Le pareti nor
appoggiarsi in falso su travi o solette.
Le zone critiche si estendono, per CD"B" e CD"A", per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1
l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro o da entrar
partire dalla sezione di prima plasticizzazione. Per travi che sostengono un pilastro in falso, si ass
lunghezza pari a due volte l'altezza della sezione misurata da entrambe le facce del pilastro.

Pilastri

La dimensione minima della sezione trasversale non deve essere inferiore a 250 mm.
Se q, quale definito nel paragrafo 7.3.1 delle norme tecniche per le costruzioni, risulta > 0,1, l'alte
sezione non deve essere inferiore ad un decimo della maggiore tra le distanze tra il punto in cui si
momento flettente e le estremità del pilastro.
In assenza di analisi più accurate, si può assumere che la lunghezza della zona critica sia la mag
l'altezza della sezione, 1/6 dell'altezza libera del pilastro, 45 cm, l'altezza libera del pilastro se
inferiore a tre volte l'altezza della sezione.

Nodi trave-pilastro

Sono da evitare, per quanto possibile, eccentricità tra l'asse della trave e l'asse del pilastro concor
nodo. Nel caso che tale eccentricità superi 1/4 della larghezza del pilastro, la trasmissione degli st
essere assicurata da armature adeguatamente dimensionate allo scopo.

Pareti

Lo spessore delle pareti deve essere non inferiore al valore massimo tra 150 mm (200 mm nel
nelle travi di collegamento siano da prevedersi, ai sensi del paragrafo 7.4.4.6 (armature inclina
norme tecniche per le costruzioni, e 1/20 dell'altezza libera di interpiano.
Possono derogare da tale limite, su motivata indicazione del progettista, le strutture a funzio
scatolare ad un solo piano non destinate ad uso abitativo.
Devono essere evitate aperture distribuite irregolarmente, a meno che la loro presenza no
specificamente considerata nell'analisi, nel dimensionamento e nella disposizione delle armature.
In assenza di analisi più accurate, si può assumere che l'altezza delle zone critiche sia la maggio
larghezza della parete e 1/6 della sua altezza.

55.2.2Limitazioni di armatura

Travi

Armature longitudinali

Almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e infe
per tutta la lunghezza della trave.
Le armature longitudinali delle travi, sia superiori che inferiori, devono attraversare, di regola, i no
ancorarsi o giuntarsi per sovrapposizione in essi. Quando ciò non risulti possibile, sono da rispe
seguenti prescrizioni:
- le barre vanno ancorate oltre la faccia opposta a quella di intersezione con il nodo, oppure
verticalmente in corrispondenza di tale faccia, a contenimento del nodo;
- la lunghezza di ancoraggio delle armature tese va calcolata in modo da sviluppare una tensione r
pari a $1,25 f_{yk}$, e misurata a partire da una distanza pari a 6 diametri dalla faccia del pilastro verso l'inte
La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora oltre il nodo non può terminare all'int
una zona critica, ma deve ancorarsi oltre di essa.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora nel nodo, invece, deve essere c
all'interno delle staffe del pilastro.
Per nodi esterni si può prolungare la trave oltre il pilastro, si possono usare piastre saldate alla f
barre, si possono piegare le barre per una lunghezza minima pari a dieci volte il loro diametro, di
un'apposita armatura trasversale dietro la piegatura.

Armature trasversali
Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenime
distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive, invece, devono essere disposte a
non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:
- 1/4 dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CD"A" e CD "B";
- sei volte e otto volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle v
rispettivamente per CD"A" e CD "B";
- ventiquattro volte il diametro delle armature trasversali.
Per staffa di contenimento si intende una staffa rettangolare, circolare o a spirale, di diametro minir
con ganci a 135° prolungati per almeno 10 diametri alle due estremità. I ganci devono essere ass
barre longitudinali.

Pilastri
Nel caso in cui i tamponamenti non si estendano per l'intera altezza dei pilastri adiacenti, l'ar
risultante deve essere estesa per una distanza pari alla profondità del pilastro oltre la zona
tamponamento. Nel caso in cui l'altezza della zona priva di tamponamento fosse inferiore a 1,5
profondità del pilastro, devono essere utilizzate armature bi-diagonali.
Nel caso precedente, qualora il tamponamento sia presente su un solo lato di un pilastro, l'a
trasversale da disporre alle estremità del pilastro deve essere estesa all'intera altezza del pilastro.

Armature longitudinali
Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm.
Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica di armatura longitudinale, ρ, rapporto tra
l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i
limiti: $1\% \le \rho \le 4\%$. Se sotto l'azione del sisma la forza assiale su un pilastro è di trazione, la lungh
ancoraggio delle barre longitudinali deve essere incrementata del 50%.

Armature trasversali
Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti:
- le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe;
- almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o d
- le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm e 20 cm da una barra fissata, rispettiva
CD"A" e CD"B".
Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm, e il loro p
essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CD"A" e CD"B";
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CD"A" e CD"B";
- sei e otto volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CD"A" e CD

Nodi trave-pilastro
Lungo le armature longitudinali del pilastro che attraversano i nodi non confinati devono essere
staffe di contenimento in quantità almeno pari alla maggiore prevista nelle zone del pilastro inf
superiore adiacenti al nodo. Questa regola può non essere osservata nel caso di nodi interamente co

Pareti

Le armature, sia orizzontali che verticali, devono avere diametro non superiore ad 1/10 dello spes
parete, devono essere disposte su entrambe le facce della parete, ad un passo non superiore a
devono essere collegate con legature, in ragione di almeno nove ogni metro quadrato. Nella zona
individuano alle estremità della parete due zone confinate aventi per lati lo spessore della pare
lunghezza confinata pari al 20% della lunghezza in pianta della parete stessa e comunque non inferiore a
1,5 volte lo spessore della parete. In tale zona il rapporto geometrico dell'armatura totale verticale, riferito
all'area confinata, deve essere compreso entro i seguenti limiti: $\rho \leq 4\%$. Nelle zone confinate
l'armatura trasversale deve essere costituita da barre di diametro non inferiore a 6 mm, disposti in
fermare una barra verticale ogni due, con un passo non superiore a otto volte il diametro della ba
cm. Le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm da una barra fissata. Le armature incl
attraversano potenziali superfici di scorrimento devono essere efficacemente ancorate al di sopra e
della superficie di scorrimento, e attraversare tutte le sezioni della parete poste al di sopra di ess
da essa meno della minore tra 1/2 altezza e 1/2 larghezza della parete. Nella rimanente parte dell
pianta ed in altezza, vanno seguite le regole delle condizioni non sismiche, con un'armatura
orizzontale e verticale pari allo 0,2%, per controllare la fessurazione da taglio.

Travi di accoppiamento

Nel caso di armatura ad X, ciascuno dei due fasci di armatura deve essere racchiuso da armatura a
da staffe di contenimento con passo non superiore a 100 mm. In questo caso, in aggiunta all'
diagonale, deve essere disposta nella trave un'armatura di almeno 10 cm di diametro, distribuita a
cm in direzione sia longitudinale che trasversale, e un'armatura corrente di due barre da 16 mm
superiore e inferiore. Gli ancoraggi delle armature nelle pareti devono essere del 50% più lunghi
previsto per il dimensionamento in condizioni non sismiche.

Art. 56. Armature minime degli elementi strutturali in cemento armato precompresso

Armatura longitudinale ordinaria

Nelle travi precompresse, anche in assenza di tensioni di trazione, la percentuale di armatura long
ordinaria non dovrà essere inferiore allo 0,1% dell'area complessiva dell'anima e dell'eventuale ri
dal lato dei cavi. Nel caso sia prevista la parzializzazione della sezione in esercizio, le barre longitu
armatura ordinaria devono essere disposte nella zona della sezione che risulta parzializzata.

56.1 Staffe

Nelle travi dovranno disporsi staffe aventi sezione complessiva non inferiore a $1,5\,b$ mm^2/m, essendo b lo
spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e, comunque, pa
superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione. In prossimità di carichi concentrati o dell
d'appoggio, valgono le prescrizioni di cui al paragrafo 4.1.2.1.3 delle norme tecniche per le costru
presenza di torsione, valgono le prescrizioni di cui al paragrafo 4.1.2.1.4 delle norme tecnich
costruzioni. In particolare, si evidenzia che le armature longitudinali e trasversali del traliccio re
devono essere poste entro lo spessore s del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere
distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

Art. 57. Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso

57.1 Limiti dimensionali

Le varie parti del solaio devono rispettare i seguenti limiti dimensionali:

- la larghezza delle nervature deve essere non minore di 1/8 del loro interasse, e comunque non inf
mm. Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli solaio completi, il limite può scend
mm;
- l'interasse delle nervature deve essere non maggiore di quindici volte lo spessore della soletta;
- la dimensione massima del blocco di laterizio non deve essere maggiore di 520 mm.

57.2 Esecuzione

57.2.1Bagnatura degli elementi
Prima di procedere ai getti di calcestruzzo, i blocchi di laterizi devono essere convenientemente ba

57.2.2Blocchi
I blocchi per solai con rilevanti difetti di costruzione o danneggiati durante la movimentazione per l
opera, devono essere eliminati e sostituiti con altri idonei.

57.2.3 Allineamenti e forzature
Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra
prefabbricati.

57.2.4Calcestruzzi per i getti in opera
Si dovrà studiare la composizione del calcestruzzo in modo da evitare rischi di segregazione o la fo
di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite. Il diametro massimo degli inerti in
nella composizione del calcestruzzo non deve superare 1/5 dello spessore minimo delle nervat
distanza netta minima tra le armature. Il getto di calcestruzzo deve essere costipato in modo da
l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con gli eventuali altri elementi prefa

57.2.5Puntellamento provvisorio
Ogni campata di solaio deve risultare idoneamente puntellata con un numero di puntelli rompi
numero e sezione adeguata, in funzione del carico da sostenere prima della maturazione del calces
sistema di sostegno non deve pregiudicare la planarità della superficie di intradosso per effet
deformazione dovuta ai carichi.

Esecuzione di strutture prefabbricate

57.3 Programma di montaggio
I montaggi degli elementi strutturali dovranno seguire il programma generale dei lavori, e l'inizio de
dovrà essere comunicato alla direzione dei lavori con almeno sette giorni di preavviso. Prima dell'i
montaggio l'appaltatore deve approntare il progetto degli schemi di montaggio e protezione da s
alla direzione dei lavori, nonché dare comunicazione dei tempi globali di montaggio esplicitando le v
di lavoro con le relative durate.

57.4 Identificazione degli elementi
Ogni elemento prefabbricato componente la fornitura dovrà essere individuabile a mezzo di p
incorporata nel getto, riportante la numerazione caratteristica prevista sui disegni costruttivi e qu
necessario per consentire il controllo da parte della direzione dei lavori.

57.5 Stoccaggio
Nella fase di stoccaggio, gli elementi prefabbricati devono essere vincolati in maniera tale che, ter
del grado di maturazione del calcestruzzo, non si producano deformazioni pregiudizievoli per la
dell'edificio.

57.6 Verifiche preliminari

Prima di effettuare il posizionamento strutturale degli elementi, si deve controllare che gli eleme nonché le sedi che dovranno riceverli, siano conformi al progetto esecutivo, nel rispetto delle tolleranze.

57.7 Giunti e unioni

a) posa e regolazione

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati, si devono prendere tutte le pre necessarie per ridurre le sollecitazioni dinamiche, conseguenti ai movimenti per il posizionamen elementi, e per evitare eccessive concentrazioni di sforzi. I dispositivi di regolazione devono co rispetto di tutte le tolleranze stabilite dal progetto esecutivo. Gli eventuali vincoli impiegati in fase lasciati in sito devono risultare più deformabili dell'eventuale materiale di riempimento dell'unio evitare concentrazioni di sforzi.

b) dispositivi provvisori di vincoli

Gli elementi prefabbricati, dopo essere stati posati e regolati, non devono subire spostamenti prosieguo dei lavori.

c) esecuzione dei giunti e delle unioni

Gli elementi prefabbricati devono essere collegati fra loro e con le strutture già esistenti in m realizzare la trasmissione delle sollecitazioni e permettere i movimenti conformemente a quanto st progetto esecutivo, senza che si producano lesioni nelle parti a contatto. In particolare, per l'app elementi inflessi, è vietato il contatto diretto tra due o più elementi in calcestruzzo. I materiali impi unioni devono avere una durabilità almeno pari a quella degli elementi da collegare e, inoltre, devo scarsa sensibilità alle variazioni di temperatura, in particolare al fuoco.

c1) giunti

I giunti devono garantire l'assenza di trasmissione di sforzi. In particolare, per quelli aventi s affacciate si deve garantire un adeguato distanziamento delle superfici stesse per consentire i m degli elementi conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo. Le opere di finitura non compromettere la funzionalità del giunto.

c2) unioni

La trasmissione degli sforzi tramite le unioni deve essere immediatamente mobilitata, senza che a assestamenti preventivi non espressamente previsti nel progetto esecutivo. Il calcestruzzo d realizzare le unioni deve avere le stesse caratteristiche meccaniche e di confezionamento del ca degli elementi prefabbricati. In particolare, per le unioni impieganti malta è richiesto un forte dos cemento. Prima dell'esecuzione dei getti di calcestruzzo, si deve curare la pulizia e la umidificazio parti che verranno a contatto con il getto, per evitare in questo un eccessivo impoverimento d'acc getti devono essere ben compattati, preferibilmente con dispositivi meccanici, evitando fughe incon materiale. L'impasto deve avere una consistenza tale da facilitare il getto, consentire il perfetto rie dell'unione e la successiva compattazione. Nelle unioni che impiegano elementi metallici, è ne garantire che questi provochino lesioni locali nel calcestruzzo adiacente. In quelle che impiegano ele saldare *in situ*, oltre ad assicurare la mutua corrispondenza di tali elementi, occorre prendere le nec precauzioni per proteggere il calcestruzzo adiacente da un eccessivo riscaldamento. Nelle uni impiegano adesivi, le superfici degli elementi prefabbricati da collegare devono essere consisten lisce e ravvicinate, in maniera che lo strato adesivo abbia uno spessore piccolo e uniforme, se indicazioni della ditta produttrice. Per tutte le unioni che impiegano adesivi, sono obbligatorie

preventive di resistenza e di durabilità, tenendo presente che gli adesivi sono più o meno sen variazioni di temperatura.

57.8 Posa in opera dei pannelli

Il trasporto di tutti i materiali dal cantiere di prefabbricazione al luogo di impiego verrà effettu opportuni mezzi, al fine di evitare sollecitazioni anormali, nonché possibili sbrecciature, fessura cavillature ai vari elementi. Analoghe cautele devono essere prese durante le operazioni di scarico opera. Eventuali spessoramenti, cunei, puntellature, ecc. devono essere rimossi ad avvenuto bloc pannelli. Il montaggio deve essere iniziato dopo un controllo delle strutture portanti da parte del di lavori in contraddittorio con l'appaltatore. Tutte le superfici che formano giunti nei pannelli devono pulite da polvere, sporco e sostanze estranee. Ciascun pannello dovrà essere collocato nella p prevista dai disegni esecutivi. I pannelli danneggiati, macchiati, graffiati, ecc. devono essere r sostituiti con altri idonei.

Dopo che i pannelli siano stati montati e le giunzioni opportunamente sigillate, le superfici in vista pulite accuratamente, con una soluzione di tipo approvato, per rimuovere qualsiasi macchia o r estraneo.

57.9 Sigillature dei giunti dei pannelli

Le sigillature saranno previste sempre sulle due facce esposte del giunto per i pannelli di tampona sigillante deve essere applicato secondo le raccomandazioni del produttore, sotto pressione, per m pistola equipaggiata di un effusore di adeguata misura in modo da riempire tutti i vuoti. I giunti d risultare lisci e continui, in particolare all'interno, dove i pannelli potranno restare a vista. La sigillatu essere realizzata con materiale di tipo sovraverniciabile.

57.10 Tolleranze dimensionali

57.10.1 Pilastri

ALTEZZA TRA BASE PILASTRO ED ESTRADOSSO	+/- 0,5 cm
FUORI PIOMBO PER METRO DI ALTEZZA	+/- 0,5 cm

57.10.2 Travi

SCOSTAMENTO ASSE DI APPOGGIO	-
DIREZIONE LONGITUDINALE	± 0,5 cm
DIREZIONE TRASVERSALE	± 0,5 cm

57.10.3 Pannelli di tamponamento

SCOSTAMENTO AMMESSO DALLE LINEE DI VERTICALITÀ TEORICA	minore di 0,5 cm
SCOSTAMENTO DELLE MISURE DI LARGHEZZA TEORICHE	compensato campata per campata

Art. 58. Esecuzione di strutture in legno

58.1 Generalità

Si raccomanda che vengano adottati i necessari provvedimenti in fase di stoccaggio, trasporto e co affinché i componenti e gli elementi strutturali di legno e a base di legno non subiscano variazioni d conseguenti ad esposizioni climatiche più severe di quelle attese per la struttura finita. Prima utilizzato nella costruzione, si raccomanda che il legno sia essiccato fino al valore di umidità approp condizioni climatiche di esercizio della struttura finita, limitatamente ai casi previsti al paragrafo 4.4 norme tecniche per le costruzioni, per i quali siano accettate umidità maggiori durante la messa Specifica attenzione verrà posta nella definizione delle condizioni necessarie per un corretto essicca opera, prevedendo in fase progettuale gli effetti del processo di essiccamento sul comportamento Nelle regioni dei collegamenti di carpenteria e di quelli meccanici, dovrà essere limitata la presenza cretti, smussi o altri difetti che possano ridurre la capacità portante del collegamento. Se non div previsto in sede progettuale ed espressamente specificato, si raccomanda che i chiodi sian ortogonalmente rispetto alla fibratura e fino a una profondità tale che le superfici delle teste risult della superficie del legno. Si raccomanda che il diametro delle preforature non sia maggiore di 0,8 d, dove d il diametro del chiodo. Si raccomanda che i fori nel legno per i bulloni abbiano un diametro che no grande di 1 mm rispetto al diametro d del bullone. Si raccomanda che i fori nelle piastre di acciaio per bulloni abbiano un diametro non maggiore di max (d + 1 mm; 1,1 d) al di sotto della testa del bullone e del dado si raccomanda che siano utilizzate rondelle aventi lunghezza del lato o diametro pari ad almeno $3d$ e spessore pari ad almeno $0{,}3d$, e che le superfici di contatto tra rondella, legno, dado e testa del bullone conformi su tutto il loro contorno. Si raccomanda che bulloni e tirafondi siano serrati in modo tale elementi siano perfettamente accostati. Quando il legno raggiunge l'umidità di equilibrio in costruzione, si deve procedere ad un ulteriore controllo del serraggio, al fine di assicurare il mant della capacità portante e della rigidezza della struttura.

Per le unioni con spinotti, si raccomanda che il diametro dello spinotto non sia minore di 6 mm tolleranze sul suo diametro siano entro 0/+0,1 mm, che le preforature negli elementi di legno a diametro non maggiore di quello dello spinotto, e che i fori delle eventuali piastre di acciaio abb diametro non superiore a 1 mm rispetto al diametro dello spinotto.

Per viti infisse in legno di conifera, con diametro del gambo $d \leq 6$ mm, non è richiesta la preforatura.

Per tutte le viti infisse in legno di latifoglie e per viti in legno di conifere aventi $d > 6$ mm, è richiesta la preforatura, rispettando i seguenti requisiti:

- che il foro-guida per il gambo abbia lo stesso diametro del gambo stesso e profondità uguale alla del gambo;
- che il foro-guida per la porzione filettata abbia un diametro pari approssimativamente al 70% del del gambo.

Per legno con massa volumica maggiore di 500 kg/m^3 si raccomanda che il diametro di preforatura sia determinato tramite prove.

Nei casi in cui la resistenza dell'incollaggio sia un requisito limitativo per la verifica agli stati limite si raccomanda che la produzione delle unioni incollate sia sottoposta a controllo di qualità, per assic l'affidabilità e la qualità dell'unione siano conformi alle specifiche tecniche pertinenti.

Si raccomanda che siano seguite le prescrizioni del produttore dell'adesivo, in relazione alla conser miscelazione e applicazione, alle condizioni ambientali nelle quali sia in fase di applicazione sia in fase di indurimento, all'umidità degli elementi e a tutti i fattori pertinenti al corretto utilizzo dell'adesivo.

Per gli adesivi per i quali il raggiungimento della piena resistenza richiede un periodo di condizion dopo l'indurimento iniziale, si raccomanda che l'applicazione di carichi non avvenga per tutto il necessario.

In fase di montaggio della struttura, si raccomanda di evitare sovraccarichi sugli elementi connessioni, di porre particolare attenzione alla rispondenza degli elementi strutturali alle pres progettuali, con riferimento alle condizioni di umidità, alla presenza di distorsione, di spaccature,

imprecisioni di lavorazione in corrispondenza dei giunti, prevedendo eventualmente la sostituzio
elementi difettosi.
Nelle fasi di immagazzinamento, trasporto o messa in opera, si raccomanda che il sovraccari
elementi sia accuratamente evitato. Se la struttura è caricata o vincolata provvisoriamente d
costruzione in maniera differente da quella prevista nelle condizioni di esercizio in opera, si raccom
la condizione temporanea sia considerata come uno specifico caso di carico, includendo ogni p
azione dinamica. Nel caso di strutture a telaio, archi intelaiati e portali intelaiati, si raccomanda
particolare cura nell'evitare distorsioni durante il sollevamento dalla posizione orizzontale a quella v

58.2 Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione

58.2.1 Instabilità laterale

Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale, e per elementi di telai, lo scos
iniziale dalla rettilineità (eccentricità) misurato a metà luce, deve essere limitato a 1/450 della lung
elementi lamellari incollati e ad 1/300 della lunghezza per elementi di legno massiccio.
Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro mo
Il legno, i componenti derivati dal legno e gli elementi strutturali, non dovranno essere esposti a c
più severe di quelle previste per la struttura finita.
Prima della costruzione il legno dovrà essere portato ad un contenuto di umidità il più vicino po
quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si cons
importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate
inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, pur
assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità

58.2.2 Incollaggio

Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ul
presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assic
l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.
La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni amb
controllate.
Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato li
esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assi
solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.
Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le co
ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti que
concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.
Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiung
completa resistenza si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

58.2.3 Unioni con dispositivi meccanici

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi o altri difetti, in m
da non ridurre la capacità portante dei giunti.
In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fib
fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del le
La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo c
caricato che dovrà essere almeno $10d$, essendo d il diametro del chiodo.
I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello de
stesso.
Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di spessore di almeno
$0{,}3d$, essendo d il diametro del bullone.

Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.
Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati, e se necessario essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equi diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di 0,1 mm predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.
Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone o una vite. I connettori dovran inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.
Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo in nel legno.
L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.
Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non a danni durante il serraggio. In questo caso, la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.
I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:
- il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lungh gambo non filettato;
- il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del
- le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

58.2.4 Assemblaggio

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si sostituire gli elementi deformati, fessurati o malamente inseriti nei giunti.
Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il tras messa in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finit dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dina caso, per esempio, di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare dist sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

Art. 59. Esecuzione di strutture in acciaio

59.1 Composizione degli elementi strutturali

59.1.1 Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t \leq 4$ mm.
Una deroga può essere consentita fino ad uno spessore $t \leq 3$ mm per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali, per esempio, tubi chiusi alle estremità e profili zincati, oppure opere non esp agenti atmosferici.
Le limitazioni di cui sopra non riguardano gli elementi e i profili sagomati a freddo.

59.1.2Problematiche specifiche

Si può far riferimento a normative di comprovata validità, in relazione ai seguenti aspetti specific
- preparazione del materiale;
- tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio;
- impiego dei ferri piatti;
- variazioni di sezione;
- intersezioni;
- collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi;
- tolleranze foro-bullone;
- interassi dei bulloni e dei chiodi;

- distanze dai margini;
- collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza;
- collegamenti saldati;
- collegamenti per contatto.

59.1.3 Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

59.2 Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

59.2.1 Serraggio dei bulloni

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza mecc limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata. Tutte, devono essere tali da garantire una precisione non minore di ±5%.
Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere e in uno dei seguenti modi:
- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado
- dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve esse allentato con una rotazione almeno pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della prescritta riporta il dado nella posizione originale.
Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bull giunto devono essere controllati.
La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un lab ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

59.2.2 Prescrizioni particolari

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

59.3 Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati sec normaUNI EN ISO 4063È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adegu documentazione teorica e sperimentale.
I saldatori, nei procedimenti semiautomatici e manuali, dovranno essere qualificati secondo la nor EN 287-1da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiestoUNI dalla Norma EN 287-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potrann qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.
Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma 1418.Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1
Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.
Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante solleva saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555 valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.
Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite d terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di co e di indipendenza.
Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zon alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovrà, inoltre, essere rispettata la norma UNI EN 1011 (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici e la norma UNI EN 1011 (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1
Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.
In assenza di tali dati, per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817 Per strutture soggette a fatica, invece, si adotterà il livello B della stessa norma.
L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta al controllo visivo al 100%, definiti dal collaudatore e dal direttore dei lavori. Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetra useranno metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche). Per i giunti penetrazione, invece, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici, e cioè raggi X o ultrasuoni per i giunti testa a testa, e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.
Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimen prescrizioni della norma UNI EN 12062
Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo la norma UNI EN 473 almeno di secondo livello.
Il costruttore deve corrispondere a determinati requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldat corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità, riassunti nella tabella 65 certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo, scelto, in a prescrizioni, dal costruttore, secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tabella 65.1 - Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
Riferimento	A	B	C	D
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati[1]
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719	Di base	Specifico	Completo	Completo

[1] Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.

59.3.1 Raccomandazioni e procedure

UNI EN 288-3 – *Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai* ;

UNI EN ISO 4063 – *Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni*;

UNI EN 1011-1 – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco*;

UNI EN 1011-2 – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici;*

UNI EN 1011-3 – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili*;

UNI EN 1011-4 – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio* ;

UNI EN 1011-5 – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati*.

59.3.2 Preparazione dei giunti

UNI EN 29692 – *Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio* .

59.3.3 Qualificazione dei saldatori

UNI EN 287-1 – *Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte1: Acciai* ;

UNI EN 1418 – *Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici* .

59.4 Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel c
questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

59.5 Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimen norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, c prevedersi adeguati sovraspessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati, m essere, invece, zincati a caldo.

59.5.1 Norme di riferimento

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescriz seguenti norme:

UNI EN 12329 *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio* ;

UNI EN 12330 *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio* ;

UNI EN 12487 *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio* ;

UNI EN 12540 *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo* ;

UNI EN 1403 *Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali* ;

UNI EN ISO 12944-1 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale* ;

UNI EN ISO 12944-2 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti* ;

UNI EN ISO 12944-3 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione* ;

UNI EN ISO 12944-4 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione* ;

UNI EN ISO 12944-6 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni* ;

UNI EN ISO 12944-7 *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura* .

Art. 60. Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo

60.1 Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio

Il copriferro al di sopra dei connettori a piolo deve essere almeno 20 mm. Lo spessore del piatt connettore è saldato deve essere sufficiente per l'esecuzione della saldatura e per una efficace tra delle azioni di taglio. La distanza minima tra il connettore e il bordo della piattabanda cui è colleg essere almeno 20 mm.

L'altezza complessiva del piolo dopo la saldatura deve essere almeno tre volte il diametro del g piolo d. La testa del piolo deve avere diametro pari ad almeno $1{,}5\,d$ e spessore pari ad almeno $0{,}4\,d$. Quando i connettori a taglio sono soggetti ad azioni che inducono sollecitazioni di fatica, il diametro del p

deve eccedere 1,5 volte lo spessore del piatto a cui è collegato. Quando i connettori a piolo so
sull'ala, in corrispondenza dell'anima del profilo in acciaio, il loro diametro non deve essere superio
volte lo spessore dell'ala.
Quando i connettori sono utilizzati con le lamiere grecate per la realizzazione degli impalcati negl
l'altezza nominale del connettore deve sporgere non meno di due volte il diametro del gambo a
della lamiera grecata. L'altezza minima della greca che può essere utilizzata negli edifici è di 50 mm

60.2 Spessori minimi

Nelle travi composte da profilati metallici e soletta in cemento armato lo spessore della soletta co
non deve essere inferiore a 50 mm e lo spessore della piattabanda della trave di acciaio cui è co
soletta non deve essere inferiore a 5 mm.

60.3 Colonne composte

60.3.1 Generalità e tipologie

Si considerano colonne composte soggette a compressione centrata, presso-flessione e taglio,
dall'unione di profili metallici, armature metalliche e calcestruzzo, con sezione costante:
(a) sezioni completamente rivestite di calcestruzzo;
(b) sezioni parzialmente rivestite di calcestruzzo;
(c) sezioni scatolari rettangolari riempite di calcestruzzo;
(d) sezioni circolari cave riempite di calcestruzzo.
Si veda la figura 66.1.

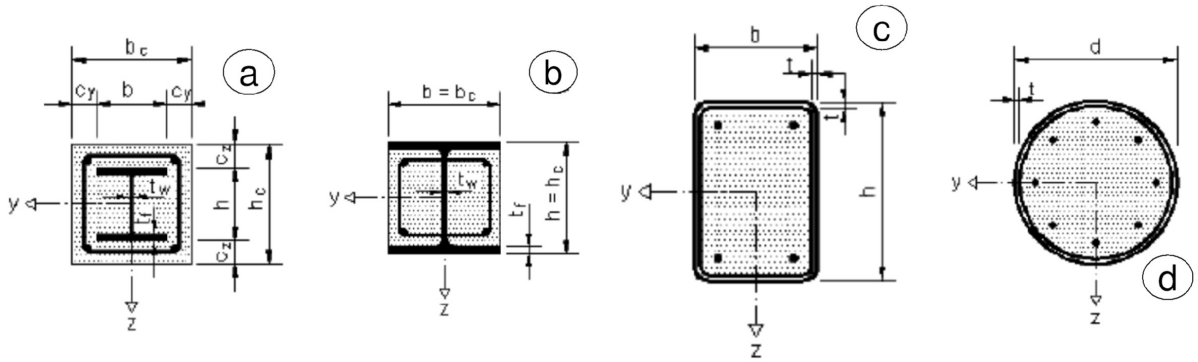


Figura 66.1 - Tipi di sezioni per colonne composte

60.3.2 Copriferro e minimi di armatura

Si devono rispettare le seguenti limitazioni:
- il copriferro dell'ala deve essere non minore di 40 mm, né minore di 1/6 della larghezza dell'ala;
- il copriferro delle armature deve essere in accordo con le disposizioni relative alle strutture in
armato ordinario.
Le armature devono essere realizzate rispettando le seguenti indicazioni:
- l'armatura longitudinale, nel caso che venga considerata nel calcolo, non deve essere inferiore a
della sezione in calcestruzzo;
- l'armatura trasversale deve essere progettata seguendo le regole delle strutture in cemento armat
- la distanza tra le barre e il profilo può essere inferiore a quella tra le barre oppure nulla; in ques
perimetro efficace per l'aderenza acciaio-calcestruzzo deve essere ridotto alla metà o a un
rispettivamente;
- le reti elettrosaldate possono essere utilizzate come staffe nelle colonne rivestite ma non possono
l'armatura longitudinale.
Nelle sezioni riempite di calcestruzzo generalmente l'armatura non è necessaria.

60.3.3 Solette composte con lamiera grecata

Si definisce *composta* una soletta in calcestruzzo gettata su una lamiera grecata, in cui quest'ultima avvenuto indurimento del calcestruzzo, partecipa alla resistenza dell'insieme, costituendo interam parte l'armatura inferiore.

La trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può essere alla sola aderenza, ma si devono adottare sistemi specifici, che possono essere:

- a ingranamento meccanico fornito dalla deformazione del profilo metallico o a ingranamento ad a caso di profili sagomati con forme rientranti (figura 66.2 (a) e (b));
- con ancoraggi di estremità costituiti da pioli saldati o altri tipi di connettori, purché combinati a s ingranamento (figura 66.2 (c));
- con ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con s ingranamento per attrito (figura 66.2 (d)).

Occorre, in ogni caso, verificare l'efficacia e la sicurezza del collegamento tra lamiera grecata e calc

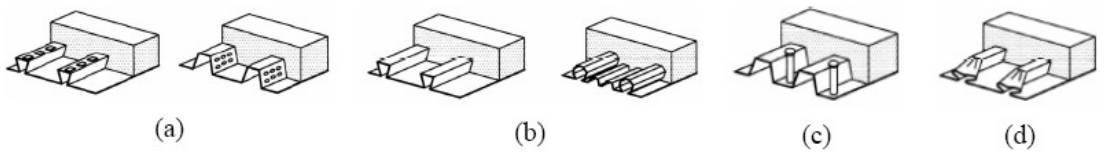


Figura 66.2 - Tipiche forme di connessione per ingranamento delle solette composte

60.3.3.1 Spessore minimo delle lamiere grecate

Lo spessore delle lamiere grecate impiegate nelle solette composte non deve essere inferiore a 0 spessore della lamiera potrà essere ridotto a 0,7 mm quando in fase costruttiva vengano studi provvedimenti atti a consentire il transito in sicurezza dei mezzi d'opera e del personale.

60.3.3.2 Spessore minimo della soletta

L'altezza complessiva h del solaio composto non deve essere minore di 80 mm. Lo spessore del calces h_c al di sopra dell'estradosso delle nervature della lamiera non deve essere minore di 40 mm.

Se la soletta realizza con la trave una membratura composta, oppure è utilizzata come di orizzontale, l'altezza complessiva non deve essere minore di 90 mm e h_c non deve essere minore di 50 mm.

60.3.3.3 Dimensione nominale degli inerti

La dimensione nominale dell'inerte dipende dalla più piccola dimensione dell'elemento strutturale n il calcestruzzo deve essere gettato.

60.3.3.4 Appoggi

Le solette composte sostenute da elementi di acciaio o calcestruzzo devono avere una larghezza d minima di 75 mm, con una dimensione di appoggio del bordo della lamiera grecata di almeno 50 m

Nel caso di solette composte sostenute da elementi in diverso materiale, tali valori devono ess rispettivamente a 100 mm e 70 mm.

Nel caso di lamiere sovrapposte o continue che poggiano su elementi di acciaio o calcestruzzo, l' minimo deve essere 75 mm e, per elementi in altro materiale, 100 mm.

I valori minimi delle larghezze di appoggio riportati in precedenza possono essere ridotti, in pre adeguate specifiche di progetto circa tolleranze, carichi, campate, altezza dell'appoggio e rec continuità per le armature.

Posa in opera dei dispositivi antisismici

60.4 La procedura di accettazione

All'atto della posa in opera dei dispositivi antisismici, il direttore dei lavori deve verificare, acqui copia, che il dispositivo sia dotato di attestato di conformità di cui al D.P.R. n. 246/1993 (marca ovvero, ove non ricorrano i casi di cui ai punti A e C del paragrafo 11.1 delle nuove norme tecnic costruzioni, che sia dotato di attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale, nonché del previsto nel paragrafo precedente, e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche del produttore del sistema stesso.

Il direttore dei lavori deve, inoltre, rifiutare le eventuali forniture non conformi, ed effettuare idonee accettazione che comprendano, in ogni caso, la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali eventualmente, la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche secondo le modalità des seguito.

60.5 I dispositivi a comportamento lineare

60.5.1 Le prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad ac tensione e l'allungamento al limite elastico, e la tensione e l'allungamento a rottura del materiale c gli elementi base del dispositivo. Esse sono finalizzate ad individuare i valori medi e quelli caratteri quantità suddette, e la prevedibile costanza di comportamento del materiale considerato, e devono di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo, e di verificare la sos invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alla variazioni ambientali, alla temperatura all'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova devono essere stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e c responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e compo del dispositivo.

60.5.2 Le prove di qualificazione sui dispositivi

Detto d_2 lo spostamento massimo di progetto in un dispositivo, corrispondente allo stato limite di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simil di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati, sono le

- prova preliminare, condotta imponendo al prototipo almeno cinque cicli completi di deformazioni con ampiezza massima non inferiore a d_2, $\pm 0,1\,d_2$, $\pm 0,3\,d_2$, $\pm 0,5\,d_2$, $\pm 0,7\,d_2$, e almeno dieci cicli con ampiezza massima non inferiore a d_2, a $\pm$
- prova quasi statica, condotta imponendo al prototipo almeno cinque cicli completi di defor alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a d_2,
- prova dinamica, condotta imponendo al prototipo almeno cinque cicli completi di deformazioni a con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a d_2, applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di progetto relativo limite di collasso e assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni, e per i soli dispositivi facent sistemi di isolamento sismico, a quella corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo cor

La prova dinamica può essere sostituita da una replica della prova statica, qualora il materiale degli base sia acciaio, o altro materiale il cui comportamento ciclico non dipenda dalla velocità di deform Tale proprietà dovrà, eventualmente, essere verificata attraverso apposite prove sui materiali o sug base.

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno due dispositivi. I dispositivi sottopo di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione solo se gli elementi sollecitati in car lineare vengono sostituiti, o se la loro resistenza alla fatica oligociclica è di un ordine di grandezza al numero dei cicli delle prove, e, comunque, previo accertamento della piena funzionalità, attra successiva effettuazione delle prove di accettazione e verifica dei relativi parametri.

Qualora il dispositivo sia geometricamente simile ad un isolatore elastomerico e sia soggetto a tagliante, senza però svolgere funzione portante, le prove di qualificazione dovranno essere condot le modalità previste per le prove su isolatori elastomerici, ma con le seguenti varianti:
- caratterizzazione dei dispositivi in assenza di carico iniziale, riproducendo le condizioni di vinco facce superiori e inferiori del dispositivo in opera;
- nessuna prova di creep.

60.5.3 Le prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle pr qualificazione di oltre il ± 10%, sono le seguenti:
- misura della geometria esterna con tolleranza di ± 10% sugli spessori e ± 5% sulle altre lunghezze componenti che risultano determinanti ai fini del comportamento del dispositivo nel sistema struttu
- prova ciclica condotta imponendo al prototipo almeno quattro cicli completi di deformazioni altern ampiezza massima non inferiore a d_2 e tale volte a determinare il valore della rigidezza tecnica iniziale K_{t1};
- le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque n quattro e non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Su almeno un dispositivo ver condotta una prova quasi statica, imponendo almeno cinque cicli completi di deformazioni altern ampiezza massima pari a d_2 ±

Qualora il dispositivo abbia caratteristiche costruttive analoghe a quelle di un isolatore elastomeric geometricamente simile e sia soggetto ad azione tagliante, senza però svolgere funzione portante verticali, le prove di accettazione dovranno essere condotte secondo le modalità previste per le isolatori elastomerici, ma con una variante, consistente nella caratterizzazione dei dispositivi in a carico iniziale, riproducendo le condizioni di vincolo sulle facce superiori e inferiori del dispositivo in

60.6 I dispositivi a comportamento non lineare

I dispositivi a comportamento non lineare possono realizzare comportamenti meccanici diversi, ad bassa dissipazione di energia, con riduzione o incremento della rigidezza al crescere dello spostam o senza spostamenti residui all'azzeramento della forza. Nel seguito si tratteranno dispositivi caratt una riduzione della rigidezza, ma con forza sempre crescente, al crescere dello spostamento, i cui forza-spostamento sono sostanzialmente indipendenti dalla velocità di percorrenza e posson schematizzati come nella figura 67.1.

I dispositivi a comportamento non lineare sono costituiti da elementi base che ne determi caratteristiche meccaniche fondamentali ai fini della loro utilizzazione. Il loro comportamento è ind dalla curva caratteristica che lega la forza trasmessa dal dispositivo al corrispondente spostame curve caratteristiche sono, in generale, schematizzabili con delle relazioni bilineari definite impo passaggio per il punto di coordinate (F_1, d_1), corrispondente al limite teorico del comportamento elastic lineare del dispositivo, e per il punto di coordinate (F_2, d_2), corrispondente alla condizione di progetto allo SLC.

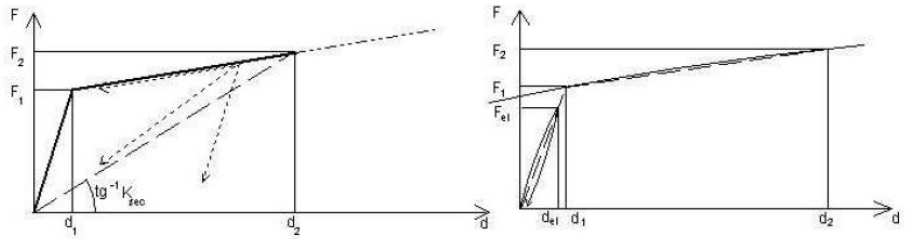


Figura 67.1 - Diagrammi forza-spostamento per dispositivi non lineari

Il ciclo bilineare teorico è definito dai seguenti parametri:
d_{el} = spostamento nel primo ramo di carico in una prova sperimentale entro il quale il comporta
sostanzialmente lineare. In generale può assumersi un valore pari a
F_{el} = forza corrispondente a d_{el} nel ramo di carico iniziale sperimentale;
d_1 = ascissa del punto d'intersezione della linea retta congiungente l'origine, $(0, 0)$, e il punto (d_{el}, F_{el}) con la linea retta congiungente i punti $(d_2/4, F(d_2/4))$ e (d_1, F_2) nel terzo ciclo della prova sperimentale;
F_1 = ordinata del punto d'intersezione della linea retta congiungente l'origine, $(0, 0)$, e il punto (d_{el}, F_{el}) con la linea retta congiungente i punti $(d_2/4, F(d_2/4))$ e (d_1, F_2) nel terzo ciclo della prova sperimentale;
d_2 = spostamento massimo di progetto del dispositivo corrispondente allo spostamento d_2;
F_2 = forza corrispondente allo spostamento d_2, ottenuta al terzo ciclo sperimentale.
Le rigidezze elastica e post-elastica, rispettivamente del primo ramo e del secondo ramo, vengo
come $K_1 = F_1/d_1$ e $K_2 = (F_2 - F_1)/(d_2 - d_1)$, mentre la rigidezza secante è data da $K_{sec} = F_2/d_2$, e lo smorzamento equivalente ξ_e è $= E_d/(2\pi F_2 \cdot d_2)$, essendo E_d l'area del ciclo d'isteresi.
Per assicurare un comportamento ciclico stabile, le variazioni in una serie di cicli di carico riferiti allo spostamento massimo devono essere limitate nel modo seguente:

$$\left|K_{2,(i)} - K_{2,(3)}\right| / K_{2,(3)} \leq 10\%$$

$$\left|\xi_{e,(i)} - \xi_{e,(3)}\right| / \xi_{e,(3)} \leq 10\%$$

dove il pedice (i) si riferisce a quantità determinate nel terzo ciclo di carico, se riferite a quantità relative all'i-esimo ciclo, escluso il primo ($i \geq 2$).
Il ciclo teorico che eventualmente si assume per l'esecuzione delle analisi non lineari per la proge della struttura, completato dei rami di scarico e ricarico coerenti con il comportamento reale, deve che l'energia dissipata in un ciclo non differisca di più del 10% dall'energia dissipata nel terzo ciclo della prova sperimentale.
Le massime differenze tra le caratteristiche meccaniche ottenute nelle prove di qualificazione e i progetto o nelle normali condizioni d'uso devono essere contenute entro limiti riportati nella tabella
Le variazioni devono essere valutate con riferimento al terzo ciclo di prova.

Tabella 67.1 - Massime differenze tra le caratteristiche meccaniche ottenute nelle pro qualificazione e i valori di progetto o nelle normali condizioni d'uso

	Fornitura	Invecchiamento	Temperatura	Frequenza di prova
K_2	±15%	±20%	±20%	±10%
K_{sec}	±15%	±20%	±40%	±10%
ξ_e	±10%	±15%	±15%	±10%

Quando il rapporto d'incrudimento $K_2/K_1 \leq 0,05$, il limite su K_2 viene sostituito dal limite sulla variazione di d_2/K_1 che deve differire meno di 0,01 dal valore di progetto.

60.6.1 Prove di accettazione sui materiali
Si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

60.6.2 Prove di qualificazione sui dispositivi
Si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

60.6.3 Prove di accettazione sui dispositivi
Si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

60.7 I dispositivi a comportamento viscoso

I dispositivi a comportamento viscoso trasmettono, in generale, soltanto azioni orizzontali, e hanno trascurabile rispetto alle azioni verticali.
Il dispositivo deve possedere due cerniere sferiche alle estremità, onde evitare effetti di trafil deterioramento delle guarnizioni, e la capacità rotazionale deve essere valutata tenendo conto dei interesseranno la struttura nel corso della vita, degli effetti del sisma e dei disallineamenti di mon ogni caso la rotazione consentita dalle cerniere non deve essere inferiore ai due gradi sessagesimali
I dispositivi devono evitare snervamenti sotto l'applicazione dei carichi di servizio e rotture condizioni di collasso. Devono essere, inoltre, in grado di sopportare le accelerazioni laterali risulta analisi sismiche strutturali adeguate, in assenza di tale valutazione, devono resistere ad una forza min trasversale pari ad almeno due volte il peso proprio del dispositivo. Il progetto e la costruz dispositivo devono consentire la manutenzione nel corso della vita utile, ed evitare che feno instabilità interessino gli steli, nelle condizioni di massima estensione e in riferimento alla configura messa in opera.

60.7.1 Le prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad ac caratteristiche di viscosità del fluido. Esse devono permettere di estrapolare il comportamento del da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositiv alle variazioni ambientali, alla temperatura interna, all'invecchiamento. Il tipo e le modalità di verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giusti una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

60.7.2 Le prove di qualificazione sui dispositivi

Detto d_2 lo spostamento massimo di progetto in un dispositivo, corrispondente allo stato limite di collasso, le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simil di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati, sono le
- prova preliminare, finalizzata alla verifica dei parametri caratterizzanti il comportamento del dis condotta imponendo al prototipo almeno quattro cicli completi di deformazioni alternate, con velocità costante e ampiezza massima riferita al prototipo reale non inferiore a d_2, per almeno cinque diversi valori della velocità di spostamento, pari al 25%, 50%, 75%, 100%, 125% del valore di pr
- prova dinamica, condotta imponendo al prototipo almeno dieci cicli completi di deformazioni alter ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a d_2, eventualmente effettuati in due serie di cinque o più cicli consecutivi, applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella ch verificare nel caso del terremoto di progetto relativo allo stato limite di collasso e assimilabile, in di specifiche valutazioni, e per i soli dispositivi facenti parte di sistemi di isolamento sismico, corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo di ampiezza massima d_2 ±
Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno due dispositivi. I dispositivi sottopo di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione previa verifica della loro perfetta int seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuazione delle prove di accetta controllo dei relativi parametri di verifica.

60.7.3 Le prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle pr qualificazione di oltre il ± 10%, sono le seguenti:
- misura della geometria esterna, con verifica delle tolleranze stabilite dal progettista;
- prova dinamica, condotta imponendo al prototipo almeno dieci cicli completi di deformazioni alter ampiezza massima pari a d_2, ± eventualmente effettuati in due serie di cinque o più cicli consecuti

applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare del terremoto di progetto relativo allo stato limite di collasso e assimilabile, in mancanza di s valutazioni, e per i soli dispositivi facenti parte di sistemi di isolamento sismico, a quella corrispon una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo di ampiezza d_2 massima ±
Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque no quattro e non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

60.8 Gli isolatori elastomerici

Gli isolatori devono avere pianta con due assi di simmetria ortogonali, così da presentare un compo il più possibile indipendente dalla direzione dell'azione orizzontale agente. Ai fini della determinazio effetti di azioni perpendicolari agli strati, le loro dimensioni utili devono essere riferite alle dimensi piastre in acciaio, depurate di eventuali fori, mentre per gli effetti delle azioni parallele alla giacitu strati si considererà la sezione intera dello strato di gomma.
Le piastre di acciaio devono essere conformi a quanto previsto nelle norme per gli apparecchi di a con un allungamento minimo a rottura del 18% e spessore minimo pari a 2 mm per le piastre inte mm per le piastre esterne.
Si definiscono due fattori di forma:
S_1 fattore di forma primario, rapporto tra la superficie caricata al singolo strato di elastomero e alla singola piastra d'acciaio, depurata degli eventuali fori (se non riempiti successivamente), e la superficie libera L del singolo strato di elastomero, maggiorata della superficie laterale degli eventuali fori riempiti successivamente), ossia $S_1 = A/L$;
S_2 fattore di forma secondario, rapporto tra la dimensione D in pianta della singola piastra in acciaio, parallelamente all'azione orizzontale agente, e lo spessore t_e degli strati di elastomero, ossia $S_2 = D/t_e$.
Gli isolatori in materiale elastomerico e acciaio sono individuati attraverso le loro curve caratteristic spostamento, generalmente non lineari, tramite i due parametri sintetici, ovvero la rigidezza equiv K_e il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ_e.
La rigidezza equivalente K_e, relativa ad un ciclo di carico, è definita come rapporto tra la forza corrispondente allo spostamento massimo d raggiunto in quel ciclo e lo stesso spostamento ($K_e = F/d$), e si valuta come prodotto del modulo dinamico equivalente a taglio G_{din} per il rapporto A/t_e.
Il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ_e si definisce come rapporto tra l'energia dissipata in un ciclo completo di carico e $2\pi F_d$, ossia $\xi_e = E_d / (2\pi F_d)$.
La rigidezza verticale K_v è definita come rapporto tra la forza verticale di progetto F_v e lo spostamento verticale d_v ($K_v = F_v/d_v$).
Le massime differenze tra le caratteristiche meccaniche ottenute nelle prove di qualificazione e i progetto o nelle normali condizioni d'uso devono essere contenute entro limiti riportati nella tabella
Le variazioni devono essere valutate con riferimento al terzo ciclo di prova. Le frequenze di p valutare le variazioni delle caratteristiche meccaniche sono 0,1 Hz e 0,5 Hz.

Tabella 67.2 - Massime differenze tra le caratteristiche meccaniche ottenute nelle prove di qualificazione e i valori di progetto o nelle normali condizioni d'uso

	Fornitura	Invecchiamento	Temperatura	Frequenza di prova
K_e	±20%	±20%	±20%	±20%
K_v	-30%	-	-	-
ξ_e	±20%	±20%	±20%	±20%

Le variazioni dovute al carico verticale, valutate come differenza tra i valori corrispondenti al verticale massimo e a quello minimo, non dovranno superare il 15% del valore di progetto.

60.8.1 Le prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle norme sugli apparecchi di appogg seguenti variazioni e aggiunte:
- le prove di invecchiamento vanno effettuate per 21 giorni a 70°C;
- la variazione del modulo G deve essere contenuta entro il 20% del valore iniziale;
- il modulo G deve essere determinato anche per una deformazione tangenziale pari a ± 100%.

60.8.2 Le prove di qualificazione sui dispositivi

Le prove di qualificazione sui dispositivi possono essere estese a tutti i dispositivi geometricame (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2, fattore di forma primario S_1 uguale con tolleranza del ±10% fattore di forma secondario S_2 uguale o maggiore), e prodotti con gli stessi materiali di quelli prova Esse devono essere effettuate nell'ordine e con le modalità di seguito specificate, a non meno di du distanza dalla vulcanizzazione per dispositivi di dimensioni inferiori ai 700 mm, e a non meno d giorni per dispositivi più grandi, così da avere una temperatura uniforme sull'intero dispositivo:
- determinazione statica della rigidezza a compressione tra il 30% e il 100% del carico verti progetto, opportunamente scalato, in presenza di sisma, e somma dei carichi verticali dovuti a pe accidentali moltiplicati per opportuni coefficienti e alle eventuali azioni concomitanti (forze oriz spostamenti e rotazioni);
- determinazione statica, sotto compressione costante e pari a 6 MPa, o al valore della ten compressione di progetto (con una tolleranza del ± 20%) se questa è superiore a 8 MPa del modulo statico di taglio G, convenzionalmente definito come il modulo secante tra le deformazioni di t corrispondenti agli spostamenti $0,25\,t_e$ e $0,75\,t_e$ mediante prove di carico-scarico, fino a uno spostamento massimo pari a t_e e in corrispondenza del terzo ciclo;
- determinazione dinamica, sotto compressione costante e pari a 6 MPa, o al valore della ten compressione di progetto (con una tolleranza del ± 20%) se questa è superiore a 8 MPa del modulo dinamico di taglio G_{din} e dello smorzamento ξ mediante prove cicliche sinusoidali alla frequenza di 0,5 Hz e $\gamma = 1$ e in corrispondenza del terzo ciclo, valutando G_{din} come modulo secante in corrispondenza di $d/t_e = 1$, con l'obbligo per G_{din} di ricadere nell'intervallo 0,35÷1,50 MPa;
- determinazione delle curve ξ-γ mediante le prove dinamiche cicliche precedentemente descritte e i seguenti valori di γ: 0,05, 0,3, 0,5, 0,7, 1,0 e, comunque, per deformazioni corrispondenti, nel dispositivo reale, a spostamenti non inferiori a $\pm 0,2\,d_2$, $\pm 0,3\,d_2$, $\pm 0,5\,d_2$, $\pm 0,7\,d_2$, $\pm d_2$, effettuando almeno cinque cicli per ciascuna ampiezza; sarà preso pari a 1,5 se in corrispondenza di γ_{max} risulta $\gamma < 1,5$, e pari a 2 se $\gamma \geq 2$;
- valutazione della stabilità del dispositivo sotto compressione e taglio, effettuata accertando dispositivo rimanga stabile se assoggettato ad uno spostamento orizzontale impresso pari a $1,8\,t_e$ un carico verticale pari sia a $1,5\,V_{max}$ che a $0,5\,V_{min}$ (indicando con V_{max} e V_{min} rispettivamente i valori massimo e minimo di V);
- valutazione della capacità di sostenere, sotto compressione costante e pari a 6 MPa, o al val tensione di compressione di progetto (con una tolleranza del ± 20%) se questa è superiore a 8 MPa almeno dieci cicli con spostamento massimo impresso almeno pari a d_2;

- valutazione di efficacia dell'aderenza elastomero-acciaio, effettuata sottoponendo l'isolatore compressione costante e pari a 6 MPa, o al valore della tensione di compressione di progetto tolleranza del ±20% se questa è superiore a 8 MPa, a una deformazione γ = 2,5 senza che si verifichino danni. Qualora in corrispondenza dello spostamento di progetto il dispositivo subisca una deformaz 1,5, il dispositivo può essere caratterizzato per una deformazione γ = 2,0;
- determinazione delle caratteristiche di creep mediante prove di compressione sotto compressione pari al valore della tensione di compressione di progetto, con una tolleranza del ±20%, della almeno sette giorni. La deformazione verticale per creep deve essere inferiore al 20% della defo statica sotto il carico. Il valore di riferimento della deformazione statica sarà assunto pari a quello mis dopo dieci minuti dall'inizio dell'applicazione del carico.

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno quattro dispositivi, due per le pro invecchiamento e due per le prove dopo invecchiamento artificiale, ottenuto mantenendo i disp prova per 21 giorni a 70°C.

L'invecchiamento dovrà, comunque, essere preceduto dalla determinazione statica della rigid compressione e del modulo statico di taglio G, seguendo le modalità precedentemente definite, per valutare caratteristiche dei dispositivi sottoposti a invecchiamento prima dell'invecchiamento stesso. I va dopo l'invecchiamento non devono superare di 1,15 volte i valori di G prima dell'invecchiamento).

I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione non potranno essere utilizzati nella costruzione.

I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione previa della loro perfetta integrità a seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuaz prove di accettazione e il controllo dei relativi parametri di verifica.

La validità delle prove di invecchiamento potrà essere estesa a tutti i dispositivi realizzati con mescola, indipendentemente dai rapporti di forma. Per qualificare lo stesso dispositivo per dive della tensione di compressione le prove possono essere ripetute in sequenza sugli stessi disp qualificare, verificando che tra una prova e la successiva non si siano verificati danni ai dispositivi.

60.8.3 Le prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti soddisfano i limiti sotto specificati e se statico di taglio G non differisce da quello delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%, sono le segue

- misura della geometria esterna che dovrà rispettare le tolleranze prescritte dalle norme sugli app appoggio, con l'unica deroga dei dispositivi di altezza superiore a 100 mm per i quali la tolleran altezze è di 6 mm;
- determinazione statica della rigidezza verticale tra il 30% e il 100% del carico N_{Ed};
- determinazione del modulo statico di taglio G o in alternativa del modulo dinamico di taglio G_{dyn}, con le modalità specificate per le prove di qualificazione. Quest'ultima è da preferire, quando effettua quanto riduce le incertezze sul controllo del reale comportamento dinamico del dispositivo;
- valutazione di efficacia dell'aderenza elastomero-acciaio, con le modalità specificate per le p qualificazione, ma adottando per la deformazione γ il valore corrispondente allo spostamento d_2.

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, e comunque su di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

60.9 Gli isolatori a scorrimento

Le superfici di scorrimento in acciaio inox devono essere conformi alla normativa vigente per gli apparecchi di appoggio.

Gli isolatori a scorrimento devono essere in grado di sopportare, sotto spostamento massimo impr $1{,}2d_2$, almeno dieci cicli di carico e scarico. I cicli si riterranno favorevolmente sopportati se il coef d'attrito f, nei cicli successivi al primo, non varierà di più del 25% rispetto alle caratteristiche risc durante il terzo ciclo, ossia:

$|f_{(i)} - f_{(3)}| / f_{(3)} < 0,25$

dove il pedice $_{(i)}$ indica le caratteristiche valutate all'i-esimo ciclo e il pedice $_{(3)}$ quelle caratteristiche valutate al terzo ciclo. Detto d_{dc} lo spostamento massimo di progetto del centro di rigidezza del sistema d'isolam corrispondente allo SLC, qualora l'incremento della forza nel sistema di isolamento per spostamenti tra 0 e d_{dc} sia inferiore all'1,25% del peso totale della soprastruttura, gli isolatori a scorrimento devono e grado di garantire la loro funzione di appoggio fino a spostamenti d_2 pari ad 1,25
Si deve verificare che il coefficiente d'attrito sia, comunque, sempre inferiore al valore di prog variazioni nell'ambito della fornitura, della temperatura e della frequenza di prova.

60.9.1 Le prove di accettazione sui materiali
Le prove di accettazione sulle superfici di scorrimento sono quelle previste dalle norme per gli app appoggio.

60.9.2 Le prove di qualificazione sui dispositivi
Le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geomet simili (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stessi materiali di que sono le seguenti:
- determinazione statica del coefficiente d'attrito, per almeno tre valori della compressione, costan la prova, pari al carico verticale V_d di esercizio, e a V_{max} e a V_{min}, opportunamente scalati;
- determinazione dinamica del coefficiente d'attrito, per almeno tre valori della compressione, durante la prova, pari al carico verticale V_d di esercizio, e a V_{max} e a V_{min}, opportunamente scalati, e per tre valori della velocità (frequenza), pari a quella di progetto e alla stessa SLC, variata del ±30%;
- valutazione della capacità di sostenere, sotto compressione costante e pari al valore della te compressione di progetto, con una tolleranza del ±20%, almeno dieci cicli con spostamento impresso almeno pari a d_2.
Qualora gli isolatori fossero dotati di elementi o meccanismi supplementari atti a migliorarne le pr sismiche, le prove andranno ripetute con la presenza di tali parti supplementari.
Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno due dispositivi. I dispositivi sottopo di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione previa verifica della loro perfetta int seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuazione delle prove di accetta controllo dei relativi parametri di verifica.
Nel caso in cui le prove vengano effettuate su dispositivi in scala, i certificati di prova dovrann accompagnati da una relazione del produttore o del progettista che dimostri l'equivalenza dei r quelli ottenibili su un dispositivo non in scala.

60.9.3 Le prove di accettazione sui dispositivi
Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le qualificazione, sono le seguenti:
- verifica delle tolleranze dimensionali delle superfici di scorrimento, come previste dalle norme apparecchi di appoggio;
- determinazione statica del coefficiente d'attrito, per almeno tre valori della compressione, costan la prova, pari al carico verticale V_d di esercizio, e ai valori di progetto sotto azioni sismiche V_{max} e V_{min}.
Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque su di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera.
Qualora gli isolatori fossero dotati di elementi o meccanismi supplementari atti a migliorarne le pr sismiche, su almeno un dispositivo completo di tali parti supplementari verrà anche condotta una pr statica, imponendo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima

d_2. Il dispositivo non potrà essere utilizzato nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionam sia ripristinabile con la sostituzione degli elementi base.

60.10Dispositivi a vincolo rigido del tipo a fusibile

I dispositivi a fusibile sono classificabili in due categorie:
- di tipo meccanico, quando lo svincolo è determinato dal rilascio di fermi sacrificali;
- di tipo idraulico, quando lo svincolo è governato dall'apertura di una valvola di sovrappressione.

60.10.1 Le prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme per la determinazi tensione e l'allungamento al limite elastico, la tensione e l'allungamento a rottura del materiale co gli elementi base del dispositivo, e le caratteristiche di viscosità del fluido, se presente. Esse sono ad individuare i valori medi e quelli caratteristici delle quantità suddette, e ad accertare la cos comportamento del materiale considerato, e devono permettere di estrapolare il comportamento de da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositiv alla variazioni ambientali, la temperatura interna, l'invecchiamento.
Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e c responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e compo del dispositivo.

60.10.2 Le prove di qualificazione sui dispositivi

Le prove di qualificazione vanno condotte su due dispositivi. Possono essere estese a tutti i d geometricamente simili (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stess di quelli provati. Le prove sono le seguenti:
- valutazione della capacità di sostenere almeno tre cicli monotonici con carico massimo impress valore di progetto di servizio, con una tolleranza del +10%, in assenza di snervamenti o rotture;
- valutazione della forza di rilascio, sottoponendo il campione ad un carico monotonico s raggiungimento della rottura del fusibile (forza di rilascio). La tolleranza, rispetto al valore di proge essere definita dal progettista e, in assenza di tale valutazione, è pari a ±15%;
- valutazione del comportamento a fatica, ove richiesto dal progettista in relazione al tipo di applica prova viene eseguita sottoponendo uno dei due campioni a 2 milioni di cicli di carico e, successiva due precedenti test, verificando che il comportamento sia pressoché analogo a quello del dispos provato ciclicamente e che non si manifestino snervamenti o rotture.
Se il materiale usato in produzione non è quello dello stesso lotto impiegato per la realizzazione de qualificati, deve essere mostrato tramite prove sui materiali e opportuni calcoli che il valore della rilascio rientri nella tolleranza di progetto.

60.10.3 Le prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi saranno effettuate con le stesse modalità delle p qualificazione, ad esclusione della prova a fatica, e si riterranno superate se i risultati otten differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%. Inoltre, sarà effettuata una mis geometria esterna, con tolleranza di ± 10% sugli spessori e ± 5% sulle lunghezze, per i co determinanti ai fini del comportamento.
Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque su di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Il dispositivo non potrà essere nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionamento non sia ripristinabile con la sostituzio elementi base.

60.11I dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio

La corsa disponibile deve essere funzione dello spostamento di progetto non sismico, derivante lente – quali effetti termici, ritiro, viscosità – e da qualsiasi altro spostamento relativo che può interessare parti che il dispositivo connette, incluso lo spostamento dovuto alla comprimibilità del fluido in pre azione sismica. In ogni caso, la corsa non deve essere minore di ±50 mm per i ponti e di ±25 m edifici.

Il dispositivo deve possedere due cerniere sferiche alle estremità onde evitare effetti di trafila deterioramento delle guarnizioni, e la capacità rotazionale deve essere valutata tenendo conto dei c interesseranno la struttura nel corso della vita, degli effetti del sisma e dei disallineamenti di mon ogni caso, la rotazione consentita dalle cerniere non deve essere inferiore ai due gradi.

I dispositivi devono essere progettati in modo da evitare snervamenti sotto l'applicazione dei servizio e rotture sotto le condizioni di collasso. Devono essere, inoltre, in grado di soppo accelerazione laterali risultanti dalle analisi sismiche strutturali o, in assenza di tale valutazione, devono resistere ad una forza minima pari ad almeno due volte il peso proprio del dispositivo. Il pr costruzione del dispositivo devono consentire la manutenzione nel corso della vita utile, ed ev fenomeni di instabilità interessino gli steli, nelle condizioni di massima estensione e in riferime configurazione di messa in opera.

Il fattore di sicurezza nei confronti delle sovrappressioni, rispetto alle condizioni di progetto sismic deve essere pari ad 1,5, salvo che per i dispositivi dotati di sistema di protezione dal sov incorporato, per i quali il sistema deve attivarsi per una forza minore del 110% della forza di pro fattore di sicurezza deve essere assunto almeno pari ad 1.1.

La velocità di attivazione dei dispositivi, tipicamente, è compresa tra 0,5 mm/s e 5 mm/s, ovver decisamente maggiori di 0,01 mm/s.

60.11.1 Le prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad ac caratteristiche di viscosità del fluido. Esse devono permettere di estrapolare il comportamento del da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositiv alla variazioni ambientali, la temperatura interna, l'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e c responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e compo del dispositivo.

60.11.2 Le prove di qualificazione sui dispositivi

Le prove andranno realizzate ogni volta che si realizza un dispositivo la cui capacità di forza si diffe ± 20%, rispetto a dispositivi identici sia per gli aspetti concettuali sia per i materiali utilizzati.

Le prove nel seguito elencate non devono essere eseguite obbligatoriamente nell'ordine elen eccezione della verifica dell'usura delle guarnizioni, che deve essere eseguita prima della prov verifica del carico di progetto e per la verifica della capacità di sovraccarico. Al termine delle pr dovranno essere visibili perdite, deterioramenti o degrado delle prestazioni.

Va accertata la capacità del dispositivo di sopportare, per 120 secondi, una pressione interna pari della pressione corrispondente al massimo carico per cui è progettato.

Le prove di qualificazione vanno condotte su due dispositivi con le seguenti modalità e nel seguente
– valutazione della forza assiale resistente a bassa velocità, mediante almeno una prova ciclica condotta a velocità costante minore o uguale a 0,1 mm/s, con ampiezza pari allo spostamento di p azioni non sismiche e, comunque, almeno pari a 10 mm. La forza misurata dovrà soddisfare le con progetto con tolleranza fissata dal progettista e, comunque, non maggiore del 10% della forza di pr In alternativa, si può eseguire almeno un ciclo completo, imponendo una forza costante pari al 1 forza di progetto, verificando che la velocità media registrata sia costante e maggiore di 0,01 mm/s

– verifica della tenuta delle guarnizioni, su uno dei due dispositivi, sottoponendo il dispositivo a 10 con ampiezza pari al massimo spostamento di progetto previsto per azioni non sismiche. Per ridur di esecuzione della prova è consentito abbattere la reazione che il dispositivo offre, anche a bass riducendo la pressione interna o rimuovendo integralmente o parzialmente il fluido prima del tes reinserirlo al termine della storia di spostamenti;
– verifica del comportamento sotto azioni impulsive sottoponendo il dispositivo alla storia di ca seguito descritta:
- raggiungimento del carico di progetto per azioni sismiche in meno di 0,5 secondi e mantenimento dello stesso per un tempo stabilito dal progettista e, comunque, per almeno ciunque secondi;
- inversione del carico in meno di un secondo e mantenimento costante dello stesso per un tempo comunque, per almeno cinque secondi.
Il dispositivo, sottoposto a tale storia di carico, deve assicurare che:
1) lo spostamento per i primi 0,5 secondi non superi il valore di progetto relativo alla forza di prog quando si procede all'inversione di segno della forza, lo spostamento totale non sia maggiore di du valore di progetto;
2) la velocità misurata durante l'applicazione costante del carico non sia maggiore della velo attivazione.
– valutazione del comportamento rispetto ad un sovraccarico, accertando che il dispositivo dispositivo di protezione dalle sovrappressioni per una forza minore ad 1,5 volte quella di progetto di sistema di protezione interno, o che non subisca né perdite di fluido né alcun danno al sistema sprovvisto, sotto l'applicazione della storia di carico seguente:
1) raggiungimento del carico di progetto in meno di 0,5 secondi e mantenimento costante dello ste tempo stabilito dal progettista e, comunque, per almeno cinque secondi;
2) inversione del carico in meno di un secondo e mantenimento costante dello stesso per un temp … e, comunque, per almeno cinque secondi.
– verifica della capacità di non subire perdite di fluido interno o danni a seguito di azioni ciclich durata pari alla parte stazionaria del terremoto atteso, sottoponendo il dispositivo ad una storia sinusoidale imposta, con valore medio nullo e ampiezza pari alla forza sismica di progetto allo stato frequenza e la durata, comunque non inferiore a 15 secondi, devono essere definite dal progettista.

60.11.3 Le prove di accettazione sui dispositivi

Per il controllo di accettazione andranno condotti i test già descritti per le prove di qualificazione, ov
- valutazione della forza assiale resistente a bassa velocità;
- verifica del comportamento sotto azioni impulsive;
- valutazione del comportamento rispetto ad un sovraccarico.
Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque su di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Il dispositivo potrà essere nella costruzione, salvo verifica della sua perfetta integrità al termine delle prove.

Art. 61. Solai in ferro e tavelloni

61.1 Solai con tavelloni

I solai misti in acciaio e tavelloni sono formati da profilati metallici e laterizi e massetto in cemento con armatura di ripartizione, e riempimento (cretonato) in calcestruzzo alleggerito o altro materiale da raggiungere l'altezza del profilato metallico.
Le tipologie più comuni di solai sono:
- solaio con tavelloni appoggiati lungo l'estradosso dell'ala inferiore;
- solaio con travi a vista con tavelloni appoggiati lungo l'estradosso dell'ala superiore;
- solaio con camera d'aria.

La funzione dei laterizi e del calcestruzzo non è di essere collaborante con la sezione resistente de
ma quella di struttura secondaria portata dai profilati.

61.2 Solai ad orditura semplice

Il solaio ad orditura semplice è composto da travi disposte parallelamente al lato minore del var
interasse solitamente non superiore a 100 cm in relazione all'entità dei carichi gravanti. In c
dimensioni maggiori, è consigliabile armare i tavelloni con barre di piccolo diametro sigillando i f
malta cementizia.
È buona regola d'arte disporre lungo il muro perimetrale un profilato su cui fare appoggiare i tave
questo caso si può impiegare un profilato a C.

61.3 Solai ad orditura composta

Il solaio ad orditura composta è impiegato per coprire ambienti con luce netta maggiore di 6 - 7 m. A
differenza di quello ad orditura semplice, ha la struttura portante composta da due ordini di trav
travi principali e travi secondarie.
Le travi secondarie sono disposte ortogonalmente a quelle principali e possono essere collegate ne
tre modi:
- poste sopra le principali, e in questo caso si ha un solaio di notevole spessore;
- fissate mediante ferri angolari saldati bullonati alle anime delle travi principali;
- poggiate sulle ali inferiori delle travi principali.

Le travi principali, in presenza di carichi elevati, possono essere costituite anche da due travi accost

Art. 62. Esecuzione delle coperture continue (piane)

62.1 Definizioni

Si definiscono *coperture continue* quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dal
pendenza della superficie di copertura.
Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi no
sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta d
funzionali definiti secondo la norma UNI 8178 e di seguito descritti.

62.1.1 Copertura non termoisolata non ventilata

La copertura non termoisolata non ventilata avrà come strati di elementi fondamentali:
- l'elemento portante, con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza, con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua, con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua me
di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione, con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche,
chimiche e/o con funzione decorativa.

62.1.2 Copertura ventilata ma non termoisolata

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà come strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermi
coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (se necessario);
- l'elemento di tenuta all'acqua;

- lo strato di protezione.

62.1.3 Copertura termoisolata e ventilata

La copertura termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto, con funzione di permettere allo strato sottostante di so
carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante, con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla s
costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma UNI 8178 sia per quanto riguarda i
materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di cope

62.2 Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto.
Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento, si rispetteranno le presc
seguito descritte.
Per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle pr
già fornite nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste
calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.
Per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico e, i
curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti pa
siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto a
contiguo.
Per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del ma
verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche ch
trasmettere e la durabilità nel tempo.
Lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegame
l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc., capaci di garantire adeguato ricambio di aria, m
il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti.
Lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con mem
fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo. Le caratteristich
membrane sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per coperture. In fase di posa si dovranno
corretta realizzazione dei giunti, utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), e le
di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione te
incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. At
particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc., ove possono ve
infiltrazioni sotto lo strato. Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nel
sui prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del proget
fabbricante, allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continu
nei punti particolari, quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).
Sarà curato, inoltre, che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) o altre situazioni (pr
polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire un'esatta rispondenza del risult
alle ipotesi di progetto.
Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta c
nontessuto sintetico o altro prodotto adatto accettato dalla direzione dei lavori. Sarà curata la su

collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionament particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.
Lo strato di protezione sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto. I (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'arti applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione, quest'ultima sarà eseguita se indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni, curando ch formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc., tra la copertura e la pavimentazione sovrastant
Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto, si rinviano i materiali al funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione, si curerà che il piano (o i piani) inclin lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza, e che nel piano formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolino il deflusso dell'acqua. Si cureranno, inoltre, raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.
Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristich l'articolo sui prodotti per coperture continue).
Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, inoltre, saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.
Per gli altri strati complementari riportati nella norma UNI 8178 si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispon prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

62.3 Lucernari

62.3.1 Generalità

I lucernari sono discontinuità dei solai di copertura da realizzare con infisso esterno piano o inclin consentire l'illuminazione naturale e/o l'areazione degli ambienti.
Possono essere:
- di tipo piano, verticale o a shed;
- di tipo continuo o puntiforme.

Il sistema costruttivo deve garantire le stesse prestazioni degli infissi verticali:
- tenuta dell'acqua piovana;
- resistenza al vento;
- resistenza al fuoco;
- permeabilità all'aria.

Deve essere consentito il rapido smaltimento delle acque piovane, ed evitato il gocciolame formazione di condensa sulla superficie vetrata interna negli ambienti riscaldati.

62.3.2 Lucernari continui

Lucernari termoformati, in polimetilmetacrilato (acrilico) o policarbonato compatto, componibili mediante sovrapposizione degli elementi di testata con intermedi e settori di compensazione fino al raggiu delle lunghezze richieste.
Proteggono i fissaggi mediante bicchierini a tenuta in acrilico antiurto trasparenti, ispezionabili, re alla aggressione dei raggi.
I materiali utilizzati dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- assenza di viraggi molecolari;
- indifferenza alle radiazioni ultraviolette;
- massima trasmittanza luminosa (neutro);
- massima diffondenza luminosa (opalino).

L'eventuale inserimento di sistema di apertura per elementi singoli o multipli o per l'intero lucerna essere:
- meccanismo elettrico;

- manuale;
- a passo d'uomo;
- evacuazione di fumo e calore.

62.3.3 Lucernari a piramide

I lucernari a piramide sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, r interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

62.3.4 Lucernari continui a sesto ribassato

I lucernari continui a sesto ribassato sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppi mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa m

62.3.5 Lucernari continui a vela

I lucernari continui a vela sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

62.3.6 Lucernari a cupola

Sono lucernari monolitici termoformati, in polimetilmetacrilato (plexiglas) o policarbonato compatto, con morfologia a cupola, a base circolare-ampiezza della curva standard, o secondo specifiche richieste.

62.3.7 Norme di riferimento

UNI 9494 - *Evacuatori di fumo e calore. Caratteristiche, dimensionamento e prove* ;
UNI 10890 - *Elementi complementari di copertura. Cupole e lucernari continui di materiale plastico. Determinazione della resistenza alla grandine e limiti di accettazione* ;
UNI 8090 - *Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia* ;
UNI EN ISO 10077-1 *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità.*

Art. 63. Esecuzione delle coperture discontinue (a falda)

63.1 Generalità

Si definiscono *coperture discontinue* (*a falda*) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal m dalla conformazione dei prodotti.
Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

63.2 Strati funzionali

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi no sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta d funzionali definiti secondo la norma UNI 8178.
La copertura non termoisolata e non ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento portante, con funzione di sopportare i carichi permanenti e i sovraccarichi della copertu
- lo strato di pendenza, con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione integrata in altri strati);
- l'elemento di supporto, con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmetter all'elemento portante);
- l'elemento di tenuta, con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità a meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e da

La copertura non termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi funzionali:
- lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrote attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.
La copertura termoisolata e non ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento termoisolante, con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica glob copertura;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore, con funzione di impedire (schermo) o d (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.
La copertura termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di ventilazione;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.
La presenza di altri strati funzionali (complementari), eventualmente necessari perché dovuti alla costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma UNI 8178 per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

63.3 Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati della copertura si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto es Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento, si rispetteranno le pre seguenti:
- per l'elemento portante vale quanto già indicato in questo articolo;
- per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nell'articolo sulle membrane destinate a formar protezione;
- per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferime prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metalli calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà, durante l'esecuzion rispondenza alle prescrizioni del progetto, e l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento po sostenere lo strato sovrastante;
- l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino prescrizioni previste nell'articolo sui prodotti per coperture discontinue. In fase di posa si dovrà corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ec modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione t incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.). Particolare attenzio essere prestata nella realizzazione dei bordi, dei punti particolari e, comunque, ove è previsto l'us speciali e il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camin
- per lo strato di ventilazione vale quanto già indicato in questo articolo. Inoltre, nel caso di cope tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla so microventilazioni sottotegola;
- lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore dovrà soddisfare quanto prescritto in questo art

- per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni p
nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

63.4 Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposi
singoli prodotti costituenti uno strato, e l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari o
richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili, verificherà con semplici metodi da cantiere le re
meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), l'impermeabilità dello strato
all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.
A conclusione dell'opera dovranno essere eseguite prove (anche solo localizzate) per verificare
all'acqua, le condizioni di carico (frecce), la resistenza ad azioni localizzate, e quanto altro può
verificato direttamente *in situ*.

Art. 64. Opere di impermeabilizzazione

64.1 Definizioni

Si definiscono *opere di impermeabilizzazione* quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati
il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fo
pavimenti contro terra, ecc.) o, comunque, lo scambio igrometrico tra ambienti.
Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:
- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

64.2 Categorie di impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni si intendono suddivise nelle seguenti categorie:
- impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- impermeabilizzazioni di opere interrate;
- impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

64.3 Realizzazione

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate ne
documenti progettuali. Ove non siano specificate in dettaglio nel progetto, o a suo completar
rispetteranno le prescrizioni seguenti:
- per le impermeabilizzazioni di coperture, si veda il relativo articolo di questo capitolato.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, si veda l'articolo sui prodotti per pavimentazione.

64.3.1 Impermeabilizzazione di opere interrate

Per l'impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni di seguito indicate.
Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per re
meccanica a trazione, agli urti e alla lacerazione, meglio si prestano a sopportare l'azione del ma
rinterro (che, comunque, dovrà essere ricollocato con le dovute cautele). Le resistenze predette
essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzio
per ridurre entro limiti accettabili le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti de
Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che i risvolti, i punti di passaggio di tubazioni, ecc
accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltr
Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formaz
interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato sopra circa la resistenza meccanic
soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione ad
modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.

Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più est
contatto con il terreno), in modo da avere continuità e adeguata resistenza meccanica. A
dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita c
nella parete protetta.
Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta, si sceglieranno prodotti che pos
caratteristiche di impermeabilità e anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le r
predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione, ed essere co
soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, inset
ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecu
curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di t
ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'e
preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione e le condizioni
ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza quelle indicate dal produttore nella sua
documentazione.

64.3.2 Impermeabilizzazioni di elementi verticali

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati imperm
drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc.
Gli strati dovranno essere realizzati con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la co
la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte specia
prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia e osservando scrupolosa
indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

64.4 Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, verificherà via v
materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti e, inoltre, almeno pe
più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, con
con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare, verificherà i collegamen
strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'ese
accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto app
verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a
ecc.) l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.
A conclusione dell'opera, eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze a
meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventua
di completamento.

Art. 65. Esecuzione delle pareti esterne e delle partizioni interne

65.1 Definizioni

Per *parete esterna* si intende il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi i
al sistema rispetto all'esterno.
Per *partizione interna* si intende un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli s
interni del sistema edilizio.
Nell'esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante,
monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semi
inserita).
Nell'esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione se
(solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente
con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

65.2 Strati funzionali

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi nc sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie di parete è composta da funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni).

65.2.1 Pareti a cortina (facciate continue)

Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e i prodotti rispor presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.). Le parti m intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti e, a sec metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio, si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto e il suo ancorag struttura dell'edificio, eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bul saldature ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc. sarà effettuata rispettando le di posizione, e utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il pro comunque, posando correttamente le guarnizioni e i sigillanti, in modo da garantire le prestazioni all'acqua, all'aria, l'isolamento termico, acustico ecc., tenendo conto dei movimenti localizzati della e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc.

La posa di scossaline, coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei protetti, e in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

65.2.2 Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc.

Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calci pietra naturale o ricostruita e prodotti similari, saranno realizzate con le modalità descritte nell'artic opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizio richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Pe strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera a ecc. si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci e i rivestimenti in genere, si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comu relazione alle funzioni attribuite alle pareti e al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzaz giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione, si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interfere altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la f dello strato.

65.2.2.1 Applicazione dei pannelli di cartongesso

I pannelli di cartongesso devono essere fissati alle strutture esistenti mediante tasselli con alet antirotazione e collare per evitare tensioni sui materiali e impedire al tassello di penetrare nel foro.

La stuccatura dei giunti deve essere effettuata con prodotto premiscelato composto da gesso, farin e additivi specifici per migliorare la lavorazione e l'adesione. Tale prodotto può essere anche utilizz rasatura completa e per l'incollaggio (ad esempio su calcestruzzo) di lastre in cartongesso e pe riparazioni di parti in gesso o cartongesso ammalorate. La superficie deve essere asciutta, consisten da polvere, sporco, efflorescenze saline, ecc. Eventuali tracce di oli, grassi, cere, ecc. devon preventivamente rimosse. Bisogna verificare che le lastre in cartongesso siano fissate adeguata supporto. Le superfici lisce e non assorbenti devono essere preventivamente trattate con specifico trattamento deve essere effettuato anche per le superfici molto assorbenti.

La lavorazione del prodooto per stuccatura deve essere effettuata con spatola, frattazzo e cazzuola essere utilizzato il materiale che sta indurendo né deve essere aggiunta acqua per tentare di ripr lavorabilità perduta. Bisogna stuccare i giunti avendo cura di annegare apposite retine di arm applicando successivamente due mani di rasatura a distanza di almeno cinque-sette ore l'una dall'alt

65.2.3 Partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito

Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senz opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto), devono essere con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizion Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi at approvate dalla direzione dei lavori.
Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto, in rispettare le dimensioni, le tolleranze e i giochi previsti o, comunque, necessari ai fini del su assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio posizionati e installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche.
Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interpos guarnizioni, distanziatori, ecc., che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previst completate con sigillature, ecc. Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il compo della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti. Analogamente, eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i so

65.3 Parete divisoria modulare

65.3.1 Generalità

La parete divisoria modulare dovrà essere composta da montanti verticali in alluminio e giunti orizz metallo. La struttura interamente assemblata è posizionata all'interno di due correnti in acciaio prev entrambe rifinite da una guarnizione monoblocco in colore nero per migliorare l'abbattimento acustico della parete, che può raggiungere, con l'inserimento anche di materiale isolante, i 45 dB a frequen Hz.
L'intera struttura deve potere per accogliere qualsiasi tipo di distribuzione elettrica, telefonica, ecc.
Tutte le superfici devono essere conformi alle attuali normative vigenti, riguardanti l'emissione di tossiche e nocive quali la formaldeide (pannelli in classe E1). Le pannellature cieche, le cornici delle i telai dei vetri, posizionati a scatto lungo il montante verticale della struttura con particolari gan ignifughi, sono facilmente ispezionabili.
Un distanziatore in alluminio regolabile, posizionato tra le linee di fuga delle pannellature, deve gar ottimo allineamento dei pannelli.
La modularità deve consentire l'inserimento, lo spostamento o il riadattamento di ogni elemento de in qualunque posizione e in qualsiasi momento, secondo le particolari specifiche d'utenza.

65.3.2 Modulo cieco

Il modulo cieco finito, con spessore totale di …. cm, può essere composto da due pannelli di spe Mm, in truciolare nobilitato barrierato, rivestito con carte melaminiche antigraffio, antiriflesso e lav nelle colorazioni ….. o scelte della direzione dei lavori.

65.3.3 Modulo vetrato

Il modulo vetrato finito, con spessore totale di …. cm, dovrà essere composto da due lastre d spessore non inferiore a 4 mm temperato e serigrafato, complanari alle pannellature cieche, blocc doppio telaio in alluminio proposto nella finitura verniciata ……..

65.3.4 Modulo porta

Il modulo porta finito, con spessore totale di …. cm, deve essere composto da un telaio in a verniciato mix grigio con doppia cornice a sezione arrotondata, munita di guarnizioni perimetrali d in dutral di colore nero, ed è realizzato con struttura in abete tamburato a nido d'ape rivestita ester laminato, nelle medesime finiture delle pannellature cieche.
I moduli porta devono essere forniti di serie con serratura e pomolo premi-apri, cerniere in a verniciato …. con apertura a 170°.

65.3.5 Normativa di riferimento

Le pareti divisorie devono essere costruite secondo le normative di sicurezza e d'accessibilità ovvero:
- antinfortunistica;
- antincendio;
- insonorizzazione;
- accesso disabili.

65.3.6 Norme antincendio

Si richiamano le seguenti norme:
D.M. 9 marzo 2007 *Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco* ;
D.M. 30 novembre 1983 *Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi* .

65.4 Diffusori e mattoni di vetro

65.4.1 Generalità

La forma, le tolleranze dimensionali e le caratteristiche dei materiali dei diffusori di vetro per pavimentazioni destinati all'impiego nelle costruzioni devono essere conformi alla norma UNI EN 1051-1
È definito *diffusore di vetro* (di forma quadrata, rettangolare o rotonda) per pareti, un elemento cavo di pressofuso ermetico, da utilizzare in pareti o pavimentazioni. Gli elementi per pavimentazioni essere solidi o cavi.
I diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni devono essere fabbricati da vetro di silicato sodo conforme alla norma UNI EN 572-1
Gli eventuali rivestimenti dei bordi devono essere compatibili e legati ai diffusori di vetro per pavimentazioni.
Le tolleranze sulle dimensioni dei diffusori di vetro per pareti/pavimentazioni sono quelle indic prospetto I della norma UNI EN 572-1
Ai fini dell'accettazione i diffusori di vetro devono essere privi di difetti visivi come macchie e in opache.

65.4.2 Diffusori per pavimentazioni

I diffusori di vetro per pavimentazioni devono essere sottoposti a prova della resistenza a compres deve essere eseguita perpendicolarmente alle facce visibili dei diffusori di vetro per pavime (appendice B, norma UNI EN 572-1)

65.4.3 Diffusori per pareti

I diffusori di vetro per pareti devono essere sottoposti a prova della resistenza a compressione con dall'appendice B, norma UNI EN 572-1

65.4.4 Pareti interne o esterne verticali

UNI EN 1051-1 *Vetro per edilizia. Diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni. Parte 1: Definizioni e descrizione*;

UNI EN 1051-2 *Vetro per edilizia. Mattoni di vetro per pareti e pavimentazioni. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto* .

Art. 66. Esecuzione di intonaci

66.1 Generalità

L'esecuzione degli intonaci deve sempre essere preceduta da una accurata preparazione delle super
Le superfici da intonacare devono essere ripulite da eventuali grumi di malta, regolarizzate nei p
salienti e poi accuratamente bagnate.
Nel caso di murature in blocchetti di calcestruzzo o pareti in getto di calcestruzzo, l'esecuzion
intonaci deve essere preceduta da un rinzaffo di malta fluida di sabbia e cemento applicata a cazzu
a frettazzo lungo in modo da formare uno strato molto scabro dello spessore non superiore a 5 mm
Non si può procedere all'esecuzione di intonaci, in particolare quelli esterni, quando le strutture n
protette dagli agenti atmosferici, ossia quando vi sia la possibilità che le acque di pioggia possano i
superfici da intonacare e neppure quando la temperatura minima nelle 24 ore sia tale da pregiu
buona presa della malta. A questa limitazione si può derogare nel caso degli intonaci interni es
ambienti provvisoriamente chiusi e provvisti di adeguate sorgenti di calore.
Nel caso dell'esecuzione di intonaci su murature appoggiate contro strutture in conglomerato di
armato che saranno lasciate a vista, in corrispondenza delle linee di giunzione si devono realizzar
aventi larghezza di 1 cm e profondità di 50 cm a spigolo vivo a 45° se le strutture in calcestruzzo si
presentano con spigoli smussati.
Se espressamente indicato nei disegni di progetto esecutivo, in corrispondenza dell'intersezione
verticali e i piani orizzontali degli intonaci interni, devono essere realizzati degli scuretti sui piani
aventi altezza 1 cm e profondità 50 cm.
Nel caso di intonaci da applicare su strutture di calcestruzzo di cemento armato, si prescrive l'impie
rete metallica (o altro materiale idoneo) fissato al supporto allo scopo di eliminare la cavillature
linee di contatto tra i due materiali di diversa costituzione.
Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto ese
voce dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'
con i pavimenti e i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori.

66.2 Intonaci su superfici vecchie

Per l'esecuzione degli intonaci su superfici vecchie, mai intonacate, si deve procedere al preliminare
di tutti gli elementi non perfettamente solidali con la muratura sottostante e alla lavatura delle su
modo da garantire l'assoluta pulizia.

66.3 Intonaci da eseguire su altri esistenti

Per l'esecuzione di intonaci su altri già esistenti, si dovrà procedere al preliminare distacco di tutti
intonaco che non siano perfettamente solidali con la muratura sottostante, quindi si procederà
adeguata picconatura per creare una superficie su cui il nuovo intonaco possa aderire perfettam
successivamente, alla lavatura delle superfici in modo da garantire l'assoluta pulizia.

66.4 Intonaco grezzo o rinzaffo rustico

L'intonaco grezzo deve essere costituito da uno strato di rinzaffo rustico, applicato con predispost
guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni che per esterni. Ad applicazione conclusa non dovran
parti mancanti anche di piccole dimensioni, e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da
l'ancoraggio dello strato successivo.

L'applicazione può essere eseguita senza l'uso di guide, a mano con cazzuola o con macchina into
con successiva regolarizzazione dello strato di malta mediante staggiatura
L'intonaco può essere composto:
- con malta di calce e pozzolana, composta da 120 kg di calce idrata pozzolanica per 1 m³ di pozzolana vagliata;
- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da 0,35 m³ di calce spenta, 100 kg di cemento tipo 325 e 0,9 m³ di sabbia;
- con malta cementizia composta da 300 kg di cemento tipo 325 per 1 m³ di sabbia;
- con malta preconfezionata di calce naturale, costituita esclusivamente da aggregati di sabbie carbonatiche selezionate in curva granulometrica 0-4, legante di calce aerea e calce idraulica bianca.

66.5 Intonaco grezzo fratazzato o traversato

L'intonaco grezzo fratazzato (o traversato) deve essere costituito da un primo strato di rinzaffo secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide (o sesti), su pareti e sof interni che per esterni.

66.6 Intonaci a base di gesso per interni

66.6.1 Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato per applicazione manuale

L'intonaco rustico per interni costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espans espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato manualmente su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incolla piastrelle in ceramica.

66.6.2 Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato, biprodotto per applicazione a macchina

L'intonaco rustico per interni di tipo premiscelato e riprodotto, costituito da miscela di gesso e (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionati in sacchi, deve essere applicato macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, finitura id ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle di ceramica.
I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte super eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la pi delle pareti, è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pare
Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 m applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successiva raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale, sino ad otte superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'ag cemento.
L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fres essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.
Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie ecc., devono essere applicati solo dopo la completa essicc stagionatura degli intonaci.

66.6.3 Intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotto, per applicazione a macchina

L'intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotto, costituito da miscela di gesso (scagliola), perlite espansa ed additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicato a ma superfici in laterizio o calcestruzzo, spianatura con riga e lisciatura a frattazzo. Per sottofondi s bisogna osservare le istruzioni del fornitore. In locali umidi (bagni, cucine, garage) l'uso di queste intonaco è da evitare, e si consiglia l'applicazione di intonaci a base di calce e cemento.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte super eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la pi delle pareti è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle paret Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 m applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successiva raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale sino ad otte superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'ag cemento.
L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fres essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.
Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc. devono essere applicati solo dopo la completa essicc stagionatura degli intonaci.

66.6.4 Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a mano

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato 60% e anidri confezionato in sacchi, deve essere applicato a mano su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato frattazzo, rasata con strato di finitura dello stesso prodotto.

66.6.5 Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a macchina.

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato 60% e anidri confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici di laterizio o calcestruzzo, spi staggia e lisciato a frattazzo. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

66.6.6 Rasatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

La rasatura per interni di tipo monoprodotto di miscela di gesso emidrato (scagliola) e additivi confezionata in sacchi, deve essere applicata mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. S a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.
L'applicazione consta di due fasi ben distinte:
- 1ª fase (carica): l'intonaco impastato viene steso sulla parete o sul soffitto, fino allo spessore desid un opportuno numero di passate successive, utilizzando la tradizionale taloccia di legno. Lo spess minimo è di 5 mm;
- 2ª fase (finitura): dopo circa 30 minuti, l'intonaco deve essere lamato con la spatola americana gr togliere le eventuali ondulazioni e successivamente, utilizzando lo stesso impasto lasciato a ri gabasso, si effettuano le operazioni di ricarica. La lisciatura speculare finale si ottiene passando la s a vista con la spatola americana piccola, bagnando leggermente la superficie. L'intonaco così finito a ricevere pitture all'acqua e carte da parati a superficie completamente asciutta.
Nel periodo invernale si deve evitare che la temperatura ambiente non scenda sotto i +5°C nelle ore. Per ottenere un asciugamento ottimale è necessario arieggiare i locali, in modo da perm fuoriuscita dell'umidità.
Nel periodo estivo la temperatura dell'ambiente durante il periodo d'applicazione non dovrà su +35°C.
Il sottofondo, prima dell'applicazione del rivestimento, dovrà essere perfettamente asciutto. Sono i i collanti sintetici. La posa deve essere eseguita secondo il metodo del giunto aperto, riempito in s il coprifughe.

Eventuali ferri d'armatura a filo murature devono essere trattati con idonea protezione antiruggi come le piattabande metalliche, che devono essere ricoperte con rete metallica in filo zincatofi muratura.

66.6.7 Lisciatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

La lisciatura per interni di tipo monoprodotto deve essere applicata a mano con cazzuola ame frattazzo metallico. Su intonaci a base di cemento, è necessaria l'applicazione di primer.
Le modalità di applicazione del gesso scagliola per lisciatura, quando viene usata come rasatu identiche a quelle descritte per l'applicazione a spessore. Si tenga conto che, a causa dello spess minimo di 3 mm, vengono automaticamente ridotti i tempi di lavorabilità, specialmente se l'app viene effettuata su sottofondo perfettamente asciutto.

66.7 Intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite, applicazione a spruzzo

L'intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite inorganici, resine e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a spruzzo diretta sottofondi in calcestruzzo, laterizio e laterocemento.
Prima dell'applicazione dell'intonaco su superfici di calcestruzzo, si dovranno eliminare tutte le ev sporgenze di elementi metallici per evitare la fuoriuscita di macchie di ruggine e stendere una imprimitura a base di resina.
Prima dell'applicazione dell'intonaco su superfici miste di calcestruzzo e laterizio, per rendere unif superfici dovrà essere steso uno strato sottile di intonaco grezzo.
La finitura verrà realizzata come previsto nei disegni di progetto, secondo una delle tipologie sotto
- lisciato, con sovrapposizione di finitura speciale a base di vermiculite (spessore 2 mm), colorata i
- non lisciato, con sovrapposizione di finitura speciale a base di perlite fine (spessore 1 mm), c pasta;
- non lisciato (naturale).

66.8 Intonaco per interni per protezione antincendio

L'intonaco resistente alla fiamma deve essere costituito da miscela di vermiculite, leganti speciali chimici, dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore 20 mm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme antincendio.
Deve essere applicato a spruzzo sia direttamente sulle superfici da proteggere, sia sull'e inscatolamento eseguito con l'impiego di una adeguata rete porta intonaco.
Nel caso di applicazione su superfici in acciaio, le stesse dovranno essere preventivamente tra vernici antiruggine e liberate da polvere, grasso, olio e altre sostanze estranee.

66.9 Intonaco isolante termico a base di leganti idraulici e polistirene,applicazione a spruzzo

L'intonaco isolante, miscela di granule di polistirene, leganti idraulici e additivi, confezionata in sa deve applicare a spruzzo nello spessore previsto sui disegni di progetto seguendo la procedura seg
- applicazione sul sottofondo grezzo di uno strato dello spessore di 10 mm di intonaco avente fu aggrappante;
- applicazione di strati successivi di intonaco, ciascuno dello spessore non superiore a 20 mm raggiungimento dello spessore previsto.
Eventuali altri strati di finitura, se previsti, dovranno essere posati a distanza di almeno quattro dalla posa dell'intonaco.

66.10 Intonaco civile per esterni tipo Li Vigni

L'intonaco tipo Li Vigni, è un intonaco a finitura lamata, colorato, a base di calce grassa in pasta (g stagionata, aggregato con sabbia dolomitica, a granulometria calibrata, con l'aggiunta di terre colo proporzioni variabili.

L'impasto deve essere applicato su supporto stagionato. Gli intonaci di fondo preferibili, per una r
durata dell'intonaco, possono essere:
- intonaco di fiore di calce e pozzolana;
- intonaco di calce idraulica bianca;
- malta predosata a grassello di calce;
- pozzolana e cocciopesto.
L'impasto deve essere applicato su sottofondi preventivamente bagnati, con frattone di legno.
strato dell'impasto deve essere dello spessore di circa 5 mm, e non appena quest'ultimo sarà in fas
si dovrà applicare un secondo strato, per lo spessore di altri 5 mm, spianandolo col frattone, a
livellarlo, e rendere la superficie planare.
A crosta indurita, si eseguirà la lamatura, che consiste nel raschiamento dello strato superficiale dell
utilizzando una lama a denti piccoli, al fine di rompere l'impasto fresco, togliendone qualche mil
assicurandosi di lamare sempre in orizzontale al fine di ottenere l'uniformità della superficie.È nec
non appena l'intonaco sarà indurito, spazzolare la parete con una pennellessa, al fine di eliminare i
rotti non più aderenti.

66.11 Intonaco civile per esterni tipo Terranova

L'intonaco con lana minerale, detto intonaco Terranova, consiste nell'applicazione di una misc
legante, inerti quarziferi e coloranti minerali.
La finitura deve essere applicata esclusivamente su supporti minerali assorbenti quali intonaci a c
calce-cemento, di cantiere o premiscelati, e vecchi intonaci tipo Terranova, purché stabili e consis
coefficiente di permeabilità al vapore μ = 12, e conduttività termica λ = 0,4 W/mK.
Il supporto deve essere regolare e assorbente, privo di grassi e di parti solubili in acqua, solido, c
perfettamente stagionato e non soggetto a movimenti. Eventuali rappezzi devono accordarsi con
materiale esistente. Tutte le superfici devono essere preventivamente bagnate a rifiuto. In caso di
molto assorbenti o di temperature elevate, occorre bagnare il supporto anche la sera pre
l'applicazione.
Il prodotto deve essere impastato mantenendo costante il rapporto acqua/materiale. Il supporto d
bagnato a rifiuto e l'applicazione deve iniziare quando l'acqua è stata completamente assorbita.
L'impasto deve essere applicato con cazzuola, comprimendo bene la superficie con cazzuola e fratt
a ottenere uno spessore di circa 8 mm. All'inizio della presa occorre lamare con lama o spazzola a
successivamente spazzolare con spazzola di crine asciutta. L'operazione di lamatura deve ridurre lo
a circa 5÷6 mm.
L'intonaco non deve essere eseguito in presenza di sole, vento o pioggia battente. In caso di pio
essere protetta
la facciata durante il tempo necessario alla presa del prodotto.
Il prodotto non deve essere assolutamente applicato su supporti gelati, in fase di disgelo o con risc
nelle 24 ore successive l'applicazione
L'aspetto cromatico può variare in funzione dell'assorbimento del supporto e delle condizioni am
Occorre evitare l'applicazione in facciata in tempi diversi, su supporti disomogenei e su supporti a
non bagnati
Per superfici estese devono essere previste le opportune interruzioni in prossimità di giunti o pluvia
bisogna creare opportuni tagli tecnici.
Le superfici di intonaco non devono essere bagnate nelle 48 ore successive all'applicazione.

66.12 Intonaco per esterno di tipo plastico

L'intonaco sarà costituito da un rinzaffo in malta di cemento tirato in piano a frattazzo dello spess
mm, e successiva applicazione di un intonaco plastico a base di inerti minerali e leganti polimerici
colorato, dato a frattazzo metallico, previa preparazione dello strato di ancoraggio.

L'intonaco plastico può essere applicato su intonaco grezzo, civile, di malta bastarda, tonachin elementi prefabbricati in conglomerato cementizio.
Prima dell'applicazione dovranno essere asportate tutte le zone inconsistenti di intonaco. Occorre la polvere con una spazzolatura manuale e primerizzare i fondi con idoneo fissativo.
L'applicazione del prodotto deve essere eseguita manualmente in doppio strato, applicando un pri con un normale frattone in acciaio. Appena quest'ultimo sarà asciutta, con lo stesso sistema si app secondo strato di prodotto. L'effetto rustico può essere immediatamente ottenuto con un rullo di con rullo di spugna forata.
La maggiore o minore intensità dei rilievi è esclusivamente determinata dalla quantità di prodot impiega.

66.13 Intonaco risanante ad azione deumidificante

L'intonaco deumidificante è impiegato per il risanamento di murature umide e saline, di ogni g spessore.
L'esecuzione dell'intonaco risanante ad azione deumidificante deve assicurare uno spessore minimo 25 mm, realizzato in almeno due strati con malte premiscelate ad alta resistenza ai sali, compos idrauliche naturali, pozzolana, marmi macinati in curva granulometrica 0-4 mm, terre colorate na additivi areanti naturali.
L'intonaco deve essere applicato sulla muratura preventivamente liberata dalle parti di intonaco pr per almeno 70 cm oltre la fascia d'umidità, previo lavaggio ripetuto mediante idropulitrice o getto pressione e spazzolatura, al fine di asportare polveri e incrostazioni saline, nel rispetto della metodologia:
- applicare lo strato di rinzaffo a completa copertura del supporto per uno spessore minimo di 5 applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni, e la superfic essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo. Attendere l'asc dello strato ed eventualmente ripetere l'applicazione nei punti che dovessero rimanere umidi;
- applicare in due mani lo strato di intonaco risanante ad azione deumidificante, livellando e por piano il supporto con finitura frattazzata per uno spessore totale minimo finito di 200 mm. Al pr fase di indumento non deve essere aggiunta acqua per ripristinarne la lavorabilità.
Le finiture devono essere compatibili con il risanamento effettuato, preferibilmente traspiranti e a calce.

66.14 Rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci

Il rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci dev impermeabilizzante, bicomponente, elastoplastico. Il primo componente è un premiscelato in polv di leganti idraulici, inerti selezionati, e additivi che migliorano la lavorabilità e l'impermeabilità. Il s componente è un lattice a base di speciali polimeri sintetici in dispersione acquosa. La miscela componenti deve produrre un impasto facilmente applicabile e avente un'ottima adesione su ogn supporto, e realizzare un'impermeabilizzazione elastica capace di assecondare e assorbire i m strutturali del calcestruzzo senza lesionarsi, e risultando nel contempo impermeabile ai gas a dell'atmosfera, quali CO_2 e SO_2.
Per l'applicazione, i supporti in calcestruzzo devono essere preparati per garantire un'ottima ades rivestimento impermeabile. È quindi necessario asportare tutte le parti incoerenti e prive di co mediante scalpellatura, spazzolatura, idrolavaggio. Le tracce di olii, disarmanti, ruggine e sporco devono essere rimosse, e le superfici devono essere prive di ristagni d'acqua. Le parti degradate devono essere preventivamente ripristinati con malta idonea e compatibile, in modo da otte superficie uniforme.
La preparazione dell'impasto del rivestimento deve evitare l'inglobamento d'aria, e deve essere on privo di grumi, con buone caratteristiche di scorrevolezza e di tissotropia, e di facile applicabilità.

L'applicazione può essere fatta meccanicamente con pompa spruzzatrice o manualmente con spat
rasando uniformemente l'impasto sia in orizzontale che in verticale, fino ad uno spessore massimo
per mano. In zone particolarmente sollecitate, deve essere applicata l'armatura del rivestimento
apposita e compatibile con il rivestimento.
Nella stagione calda, per evitare l'essiccazione rapida, è consigliato di bagnare il sottofondo di app
senza creare veli d'acqua.

66.15 Impermeabilizzante antiumido trasparente silossanico per intonaci
L'impermeabilizzazione dell'intonaco deve essere ottenuta con l'applicazione di un impregnante
capacità di penetrazione ed elevato effetto idrorepellente, anche per il trattamento di supporti c
poco porosi. Il prodotto non deve creare pellicole e deve lasciare inalterata la traspirazione dei
Inoltre, deve prevenire la formazione di efflorescenze, muffe e salnitro. Il prodotto non deve esser
ceramica o superfici non assorbenti.
Le superfici da trattare devono essere pulite, asciutte in profondità e prive di residui di trattamenti
Eventuali fessure o cavità devono essere otturate.

66.16 Paraspigoli in lamiera zincata
I paraspigoli devono essere applicati prima della formazione degli intonaci, e devono essere cos
profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di 170 cm e dello spessore di 1 mm.

66.17 Giunti di dilatazione
I giunti di dilatazione possono essere realizzati con profili in polivinil coloruro, in acciaio galvaniz
alluminio o in lamiera verniciata, con interposto elemento elastico, resistente agli agenti atmos
profilo deve avere la superficie di appoggio in neoprene o con caratteristiche tali da compensare le
irregolarità della superficie d'appoggio. Le modalità di applicazione devono essere quelle indic
produttore, come riportato nella scheda tecnica del prodotto.

66.18Protezione degli intonaci realizzati
Le superfici intonacate non ancora stagionate, specie se esterne, devono risultare protette da
atmosferici (pioggia battente, vento, sole, gelo, ecc.), nelle modalità indicate dal produttore, sop
evitare la repentina essiccazione per effetto dell'azione vento e del sole.

Art. 67. Opere di vetrazione e serramentistica

67.1 Definizioni
Per *opere di vetrazione* si intendono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetr
prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo), sia in luci fisse sia in ante fisse, o r
finestre, portefinestre o porte.
Per *opere di serramentistica* si intendono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei v
aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

67.2 Realizzazione
La realizzazione delle opere di vetrazione deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal p
ove questo non sia sufficientemente dettagliato, valgono le prescrizioni seguenti.
Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo c
loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, delle sollecitazioni d
eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento.
Devono, inoltre, essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acu
trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, e di sicurezza, sia ai fini antinfortunistici
resistenza alle effrazioni, agli atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescr
progetto, si intendono adottati i criteri stabiliti nella UNI per l'isolamento termico e acustico, la
sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI EN 12758 e UNI 7697).
Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.
I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazio
dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spess
dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e ante ap
resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termo igrometrici, tenuto conto delle condizioni microlo
si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteris
tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.
Nel caso di lastre posate senza serramento, gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti ecc.) dev
adeguata resistenza meccanica, ed essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque pro
corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e du
azioni climatiche.
La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, se
ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della
serramento. I tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.
Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi orn
maniglie, ecc.).
La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti
acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante
preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. La sigillatura deve, comunque
conforme a quella richiesta dal progetto, o effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serram
suo insieme.
L'esecuzione effettuata secondo la UNI 6534 potrà essere considerata conforme alla richiesta del
presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

67.3 Posa in opera dei serramenti

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto es
quando non precisato, deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.
Le finestre devono essere collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal pro
comunque, in modo da evitare sollecitazioni localizzate.
Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio, onde mantenere le prestazio
al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:
- assicurare tenuta all'aria e isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo. S
fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di m
l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del ve
carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).
La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:
- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta, previa eventuale interposizione di elementi separatori
tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose,
contatto con la malta o altri prodotti utilizzati durante l'installazione del serramento.
Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre. Inoltre, s
curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antieffrazione), acustiche, termiche o di comporta fuoco, si rispetteranno, inoltre, le istruzioni per la posa date dal fabbricante e accettate dalla dire lavori.

67.4 Controlli del direttore di lavori

Il direttore dei lavori, nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle proc verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli pres particolare, verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai f controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di pro capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni. A conclusione dei lavori, il d eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza c necessaria), e l'assenza di punti di attrito non previsti. Eseguirà, quindi, prove orientative di tenuta con spruzzatori a pioggia, e all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Art. 68. Esecuzione delle pavimentazioni

68.1 Definizioni

Le pavimentazioni si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (dove, cioè, la funzione di strato portante del sistema di pavimentazio dal terreno).

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi no sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta d funzionali di seguito descritti.

68.1.1Pavimentazione su strato portante

La pavimentazione su strato portante avrà come elementi o strati fondamentali:
- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi pe o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali sco differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con la funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche dai carichi esterni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti m sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con la funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o porta
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimich

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, i seguenti strati possono c fondamentali:
- strato di impermeabilizzante, con la funzione di dare alla pavimentazione una prefissata imperm liquidi e ai vapori;
- strato di isolamento termico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato is termico;
- strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato is acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di plan eventualmente incorporare impianti (spesso questo strato ha anche funzione di strato di collegamen

68.1.2Pavimentazione su terreno

La pavimentazione su terreno avrà come elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimen
- lo strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- gli strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni, possono essere previsti altri complementari.

68.1.3Realizzazione degli strati portanti

La realizzazione degli strati portati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto. contrario, si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle fornite dalla direzione dei lavori.
Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle presc date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, sulle strutture metalliche, sulle strut acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.
Per lo strato di scorrimento, finalizzato a consentire eventuali movimenti differenziati tra le dive della pavimentazione, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescr date per i prodotti quali sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, g pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione di bordi, risvolti, ecc.
Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle presc date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di cal armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà, oltre alla esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e de interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici, in modo da evitar meccaniche localizzate o incompatibilità chimico-fisiche. Sarà, infine, curato che la superficie final caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.
Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferime prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici o di altro tipo. Durante la realizz curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto, con riferimento agli spessori e/o quantità c dal produttore, in modo da evitare eccesso da rifiuto o insufficienza, che può provocare scarsa res adesione. Si verificherà, inoltre, che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni am (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.
Per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferime prescrizioni già date per i prodotti per pavimentazione. Durante la fase di posa si curerà la esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o acc corretta esecuzione dei giunti e delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.), le caratt planarità o, comunque, delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, no condizioni ambientali di posa e i tempi di maturazione.
Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o sc vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue. In gen strato a protezione del sottofondo deve essere realizzato con guaine con giunti sovrapposti.
Per lo strato di isolamento termico, finalizzato a contenere lo scambio termico tra le superfici ori possono impiegarsi calcestruzzi additivati con inerti leggeri, come argilla espansa o polistirolo esp alternativa, possono impiegarsi lastre in polistirene o poliuretano espansi, lastre in fibre minerali e espansi, e tra tali elementi devono essere eventualmente interposto uno strato di irrigidimento.
Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferime prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il delle indicazioni progettuali e, comunque, la continuità dello strato con la corretta realizzazi giunti/sovrapposizioni, la realizzazione attenta dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con

verticali (nel caso di pavimento cosiddetto *galleggiante* i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc. sarà verificato il c posizionamento di questi elementi e i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc. con l sottostante e con quello sovrastante.
Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamen strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

68.1.3.1 Materiali per pavimentazioni su terreno

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali in progetto. Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto, o a suo complemento, si rispette prescrizioni di seguito indicate.
Per lo strato costituito dal terreno, si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e d contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteri portanza, limite liquido, limite plastico, indice di plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle c di costipamento con opportuni mezzi meccanici, e alla formazione di eventuale correzione e/o so (trattamento) dello strato superiore per conferirgli le necessarie caratteristiche meccaniche, di defo ecc. In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme sulle costruzioni stradali CNR b.u. n. 92, 141 del 1985, UNI 10006.
Per lo strato impermeabilizzante o drenante, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i m quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. (indicate nella UNI 8381 per le massicciate), alle norme sulle costruzioni stradali, e alle norme UNI e/o CNR per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco, in modo da con strato resistenza meccanica, resistenza al gelo e limite di plasticità adeguati. Per gli strati reali geotessili, si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc. In caso di dubbio o contestazio riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
Per lo strato ripartitore dei carichi, si farà riferimento alle norme CNR sulle costruzioni stradali e/o alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solett calcestruzzo e conglomerati bituminosi nella norma UNI 8381. In generale, si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.
Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripart ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato identico o comunque compatibile, e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o, co di scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al m dell'esecuzione.
Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimen (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si eseguiranno, della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e, cor curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà, inoltre, l'impiego di criteri e macchine sec istruzioni del produttore del materiale, e il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei presa e maturazione.

68.2 Esecuzione delle pavimentazioni interne con collante

Le operazioni di posa in opera di pavimentazioni interne o esterne con strato collante si articola seguenti fasi:
- preparazione della superficie di appoggio;
- preparazione del collante;
- stesa dela collante e collocazione delle piastrelle;
- stuccatura dei giunti e pulizia.

PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DI APPOGGIO

La superficie di fissaggio deve essere ben pulita e perfettamente piana, senza fessurazioni e screp
caso contrario, devono essere eliminate le eventuali deformazioni utilizzando specifici materiali ra
parti non bene attaccate devono essere rimosse con molta cura.

PREPARAZIONE DEL COLLANTE

Le caratteristiche del collante devono rispettare le prescrizioni progettuali ed essere compatibili con
pisterlla da fissare, ferme restando le eventuali indicazioni del direttore dei lavori.
L'impasto del collante deve essere perfettamente omogeneo, sufficientemente fluido e di facile app
Nella stesa e nella preparazione devono essere rispettate le istruzioni dei fornitori, per quanto con
solo il dosaggio, ma anche il tempo di riposo (normalmente 10-15 minuti).
Si evidenzia che, dal momento dell'impasto, la colla è utilizzabile per almeno tre ore. Anche per qu
che può dipendere dalle condizioni ambientali, edin particolare dalla temperatura, conviene, comun
riferimento alle specifiche tecniche dei fornitori.

STESA DEL COLLANTE E COLLOCAZIONE DELLE PIASTRELLE

Il collante deve essere applicato con un'apposita spatola dentellata che consente di regolare lo spes
strato legante, e di realizzare una superficie con solchi di profondità appropriata a delimitare le zone
contatto fra lo strato legante e le piastrelle.
Quando la piastrella viene appoggiata e pressata sulla superficie del collante, tale zona si allarga
interessare, aderendovi, gran parte della faccia della piastrella. Occorre, quindi, applicare il collan
per volta, in superfici limitate, controllando ogni tanto che l'adesivo non abbia ridotto il proprio
bagnante. Questo controllo si può effettuare staccando una piastrella subito dopo l'applicazione e ve
l'adesione del collante alla superficie d'attacco, oppure appoggiando i polpastrelli della mano al coll
tale controllo non è soddifacente, è necessario rinnovare la superficie dell'adesivo mediante applic
uno strato fresco.

STUCCATURA DEI GIUNTI E PULIZIA

L'operazione di stuccatura dei giunti, con cemento bianco specifico per fughe, deve essere e
mediante una spatola di gomma o di materiale plastico, in modo da ottenere un riempimento con
giunti.
Una prima pulizia della pavimentazione deve essere effettuata mediante spugna umida. Successiv
può procedere ad una pulizia più accurata usando prodotti per la pulizia dei pavimenti.

68.3 Soglie e davanzali

Tutti i davanzali e le soglie di finestre e porte-finestre saranno in marmo (o pietra naturale) tipo
colore ……., spessore non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore allo spessore del vano nel quale
essere collocate. Le soglie interne ed esterne, per luci fino a 150 cm, dovranno essere costituite d
elemento.
Le soglie dovranno essere lucidate nella parte a vista e poste in opera con malta cementizia.
Le soglie esterne dovranno essere dotate di intagli per mazzette e listello per battuta serramento i
o in PVC rigido.
La parte ammorsata delle soglie esterne non dovrà essere inferiore a 3 cm, mentre dovrà essere d
cm per quella delle porte interne.

68.4 Zoccolino battiscopa

Gli zoccolini battiscopa, nella forma e nel materiale (legno, plastica, marmo, gres, ceramica, ecc.) d
dal tipo di pavimentazione, possono essere fissati alle pareti con:
- malta cementizia;

- colla utilizzata per l'esecuzione delle pavimentazioni;
- viti ad espansione.

Gli zoccolini dovranno avere le seguenti caratteristiche dimensionali:
- altezza ….. cm (8-10 cm per il marmo e 10-15 per gli elementi in plastica);
- spessore …..;
- finitura superiore …….

La posa in opera degli zoccolini battiscopa in gres, ceramica, marmo con malta cementizia (o col essere completata con la stuccatura, la stilatura e la suggellatura dei giunti con cemento bianco spe fughe.

68.5 Rivestimento dei gradini

I gradini e i sottogradi delle scale dovranno essere rivestiti con lastre di marmo ……. colore …… spessore non inferiore a 3 cm per le pedate e a 2 cm per i sottogradi.
Le pedate dovranno essere collocate con malta cementizia, accuratamente battuta in tutta la sup fare defluire la malta. Le lastre devono essere leggermente inclinate in avanti per evitare il dell'acqua, soprattutto se si tratta di gradini di scale esterne. Il profilo esterno della pedata de ……
Le pareti delle rampe delle scale saranno rivestite con battiscopa alti quanto le alzate e spessi alme
I pianerottoli saranno pavimentati con lastre di marmo …….. dello spessore di 3 cm.

68.6 Soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi

Le soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi dovranno essere in marmo (o pietra natu ……, colore ……., di spessore di non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore a 20 cm. La posa in dovrà essere effettuata con malta cementizia o colla per pavimenti. Le fughe dovranno essere sig specifico cemento bianco. La parte sporgente verso l'esterno della lastra di marmo dovrà essere gocciolatoio.

68.7 Esecuzione di pavimentazioni esterne in piastrelle segate regolari in quarzite

Le piastrelle regolari in quarzite di vario spessore (variabile da 1 a 4 cm) potranno essere impieg pavimentazione di:
- marciapiedi, strade, piazze;
- sottoportici, giardini, patii, marciapiedi.

Le piastrelle, fino a spessori di 4 cm, non devono essere posate su sabbia, ma su sottofondo prefe in calcestruzzo (massetto spesso almeno 3-4 cm), il quale dovrà essere ad una quota più bassa d superficie di circa 6-10 cm, a seconda dello spessore delle piastrelle.
Infine, prima di iniziare una pavimentazione in piastrelle, si deve procedere ad un lavaggio delle s getto d'acqua per eliminare eventuali residui terrosi e impurità di cava, e facilitare il processo di della piastrella al letto di malta.
Per la posa in opera, si deve procedere come segue:
- tracciamento dei piani con appositi spaghi (livelle) (le pendenze da rispettare per lo smaltime acque possono essere inferiori a quelle dei cubetti, ma in ogni caso non possono scendere sotto l'1%
- preparazione di una malta con sabbia e cemento (250 kg di cemento per m^3);
- stesa della malta sul sottofondo;
- posa delle piastrelle, che devono distare l'una dall'altra almeno 3-4 mm. La consistenza della m essere abbastanza pastosa in modo che la stessa, sotto la pressione della piastrella battuta (co possibilmente gommati), possa rifluire dai bordi della piastrella che ha aderito completamente al su posa.

Un'altra soluzione, soprattutto per le pavimentazioni con fuga superiore ai 5 mm, è quella di p piastrelle su una malta normale (magari dopo aver cosparso di polvere di cemento la faccia inferi piastrella stessa), eseguire una modesta pressione sulle stesse, far seccare il tutto e, succes

riempire le fughe con malta più liquida, avendo la precauzione di pulire le stesse dopo tale operaz
uno straccio bagnato, prima che la malta stessa faccia completamente presa.
Il sistema di sigillatura delle fughe, quando richiesto (e comunque sempre consigliato), può essere
nelle seguenti maniere:
- versando nelle fughe una boiacca fluida e ricca di cemento, in modo che le giunture siano riempit
limite, ma, ovviamente, senza che la boiacca stessa vada a sporcare il pavimento. Dopo qualche
cioè quando la malta ha acquistato già una certa consistenza, si ripuliscono le stuccature con la caz
segna leggermente la fuga con riga o ferro. Questa operazione deve essere eseguita con molta ac
essendo questo l'ultimo e spesso il più importante tocco estetico della pavimentazione. Eventuali
dovranno essere immediatamente pulite con stracci, o meglio ancora con spugne inumidite;
- versando della biacca sull'intera pavimentazione con lo stesso procedimento utilizzato per i c
distribuendola con l'aiuto delle spazzole, in modo da ottenere il riempimento regolare di tutte le f
pulizia deve essere effettuata con segatura prima bagnata e poi asciutta.Il procedimento è partic
indicato per le fughe strette.
Nell'esecuzione di ampie superfici come, ad esempio, quelle delle piazze, devono essere previsti d
dilatazione, per evitare la parziale rottura rotture delle piastrelle o l'allargamento delle fughe.
Le considerazioni su esposte sono applicabili anche alle pavimentazioni ad opera incerta.

68.8 Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà verificherà:
- il collegamento tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere
preformati;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.
Ove sono richieste lavorazioni in sito, il direttore dei lavori verificherà, con semplici metodi da cant
- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione);
- le tenute all'acqua, all'umidità, ecc.
A conclusione dei lavori, infine, eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento, formando
di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi prev
progetto o dalla realtà.

Art. 69. Opere di rifinitura varie

69.1 Vernciature e tinteggiature

69.1.1Attrezzatura

Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura de
sottoposta all'approvazione della direzione dei lavori.
I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernic
impiegheranno e al tipo di lavoro che si sta eseguendo e non dovranno lasciare impronte.
L'attrezzatura per la verniciatura a spruzzo (air-less) deve essere corredata da pistole di tipo idon
singolo impiego.
Tutta l'attrezzatura, infine, deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionam
raccomanda, perciò, la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.

69.1.2 Campionature

L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più to tinte, per consentire alla direzione dei lavori di operare una scelta.
Secondo le disposizioni impartite, si dovrà completare un pannello, un tratto di muratura o u completo. La totalità del lavoro potrà procedere solo dopo l'approvazione della direzione dei lavori. L'elemento scelto come campione servirà come riferimento al quale si dovrà uniformare l'intera o eseguire.

69.1.3 Preparazione delle superfici

Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazio superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiettatura, sabbiatura e/ so spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfet del lavoro.

69.1.4 Stato delle superfici murarie e metalliche

Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a c rivestimento protettivo o decorativo.
Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, gras oleosi o untuosi e non essere trattati con pitture di fondo antiruggine o wash primer.
Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.

69.1.5 Preparazione dei prodotti

La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire ne nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare altera prodotto.

69.1.6 Esecuzione

69.1.6.1 Tinteggiatura di pareti

La tinteggiatura deve essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione e nei modi indicati dal produttore.

69.1.6.1.1 Tinteggiatura con pittura alla calce

Le pareti da tinteggiare devono essere preventivamente trattate con una mano di latte di calce. calce, prima dell'impiego, deve essere passata attraverso un setaccio molto fine, onde eliminare gr corpi estranei. Per ottenere il fissaggio deve essere mescolata alla tinta, nelle proporzioni ind fabbricante, colla a base di acetato di polivinile.
Successivamente deve essere applicata a pennello la prima mano di tinta, mentre la seconda n essere data a mezzo di pompa.
Le tinteggiature a calce non devono essere applicate su pareti con finitura a gesso.
Le pareti tinteggiate non devono presentare, neppure in misura minima, il fenomeno di sfarina spolverio.

69.1.6.1.2 Tinteggiatura a colla e gesso

La tinteggiatura di pareti a colla e gesso comprende le seguenti fasi:
- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e colla;

- levigamento con carta vetrata;
- spalmatura di colla temperata;
- rasatura dell'intonaco e ogni altra idonea preparazione;
- applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

La tinteggiatura può essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

69.1.6.1.3 Tinteggiatura a tempera

La tinteggiatura a tempera, in tinta unica chiara, su intonaco civile, a calce o a gesso, richiede:
- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di sag
eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione;
- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavilla
ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimitura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua data a pennello;
- il ciclo di pittura costituito da strato di fondo e strato di finitura con pittura a tempera, dati a pe
rullo.

69.1.6.1.4 Tinteggiatura con idropittura a base di cemento

Questo tipo di tinteggiatura deve essere eseguito direttamente sull'intonaco o su calcestruzzo, prev
pulizia delle superfici.
La tinteggiatura deve essere eseguita a due mani.
L'applicazione non può essere eseguita su superfici già tinteggiate a calce se non previa rimozione d

69.1.6.1.5 Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche

Deve essere anzitutto applicata, sulle superfici da trattare, una mano di fondo isolante, impie
prodotto consigliato dal produttore.
Dopo la completa essiccazione della mano di preparazione, si deve procedere all'applicazione delle
di tinta, intervallate l'una dall'altra di almeno 12 ore. L'applicazione può essere eseguita sia a penne
rullo.
Lo spessore minimo dello strato secco per ciascuna mano deve essere di 20 microns per gli inter
microns per gli esterni.

69.1.6.1.6 Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello.

La tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa deve rispettare le segu
- eventuale raschiatura delle vecchie superfici mediante spazzola metallica, asportazione dell'e
muffa presente e residui persistenti di precedenti pitture;
- eventuale lavaggio delle superfici con soluzioni di ipoclorito di sodio o soda. Qualora le supe
presentassero particolarmente invase da funghi e muffe, occorrerà trattare le stesse con una
disinfettante data in due mani;
- eventuale applicazione di una mano di primer acrilico al solvente ad alta penetrazione sulle s
fortemente sfarinanti;
- applicazione di una prima mano diluita in dispersione acquosa al 15%;
- applicazione di mano a finire diluita in dispersione acquosa al 15%. Lo spessore del film essicc
mani) dovrà essere di minimo 50 microns.

69.1.6.1.7 Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni.

La tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta p
superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri natu
essere effettuata mediante preparazione del supporto con spazzolatura e pulizia della superfici

dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, è necessario inumidire la superficie con acqua. Infine, applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.

69.1.6.1.8 Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio.

La tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio e pigmenti selezionati, per esterni, a du tinta unita chiara su intonaco civile esterno richiede:
- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per elim estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli edifetti di vibrazione;
- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimitura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua dato a pennello;
- il ciclo di pittura con pittura a base di silicati, costituito da strato di fondo dato a pennello e strato dato a rullo.

69.1.6.1.9 Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno.

L'applicazione di idrorepellente protettivo, dato a pennello, a uno strato del tipo vernice siliconica in solvente o soluzione di silicato di alluminio in solvente, su intonaco civile esterno, su rivestimento in laterizio e simili, e su calcestruzzo a vista, per renderli inattaccabili agli agenti atmosferici e stabiliz il colore che la resistenza superficiale allo sbriciolamento, richiede:
- la preparazione del supporto con spazzolatura, per eliminare i corpi estranei e la polvere;
- il ciclo di pittura idrorepellente, costituito da uno o più strati dati a pennello.

69.1.6.2 Verniciatura

69.1.6.2.1 Generalità

L'applicazione dei prodotti vernicianti non deve essere effettuata su superfici umide,. L'intervallo d fra una mano e la successiva deve essere di 24 ore, salvo diverse prescrizioni, la temperatura ambiente non deve superare i 40°C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C massimo di 80% di umidità relativa. In generale, ogni strato di pittura deve essere applica l'essiccazione dello stato precedente, e comunque secondo le esigenze richieste dagli specifici vernicianti impiegati. La verniciatura, soprattutto per le parti visibili, non deve presentare c festonature e sovrapposizioni anormali.
Le modalità di applicazione possono essere a pennello e a spruzzo.
Nell'applicazione a pennello ciascuna mano deve essere applicata pennellando in modo che a completamente alla superficie. La vernice deve essere tirata in maniera liscia e uniforme, senza interruzioni, bordi sfuocati o altri difetti, e in modo da risultare compatta e asciutta prima che applicata la seconda mano. Bisognerà osservare il tempo minimo indicato dal produttore per l'app fra una mano e l'altra.
L'applicazione a spruzzo deve essere effettuata prima in un senso e quindi nel senso opposto, finc tutta la superficie. La vernice che deve essere impiegata dovrà essere solo del tipo a spruzzo. S ricoprire opportunamente le superfici circostanti, perché non si abbiano a sporcare altri manufatti.
Le opere di verniciatura su manufatti metallici devono essere precedute da accurate operazioni di p caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate. Deve, quindi, essere applicata almeno di vernice protettiva, e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e del colore previs raggiungimento della completa uniformità della superficie.
Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del suppor successive fasi di preparazione, si deve attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione de stagionatura degli intonaci, trascorso il quale si può procedere all'applicazione di una mano di imp (eseguita con prodotti speciali), o di una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due vernice del colore e delle caratteristiche fissate.

69.1.6.2.2 Verniciatura a smalto (tradizionale)

Prima di applicare lo smalto, si deve procedere alla stuccatura, per eliminare eventuali difetti essendo di limitatissima entità e rientranti nelle tolleranze, possono essere presenti sulle sup manufatti.
Le parti stuccate, dopo accurata scartavetratura, devono essere ritoccate con lo smalto.
Si applica successivamente la prima mano di smalto e, dopo la completa essicazione di questa, l mano.
La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole acc del numero delle passate applicate.
Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 microns.
Deve essere evitato ogni danneggiamento alle superfici verniciate dipendente da distacchi di le strato di vernice, in conseguenza di aderenza delle varie superfici fra loro, come, ad esempio, fra mobili e i telai fissi di serramenti.

69.1.6.2.3 Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate

La verniciatura con smalto epossidico deve rispettare le seguenti fasi:
- applicazione a pennello di prodotto passivante del cemento;
- rasatura di tutte le superfici con stucco compatibile alle resine epossidiche impiegate;
- applicazione a pennello di una mano di fondo epossidico di colore neutro e per uno spessore di 30
- applicazione ad air-less o a pennello di una prima mano di smalto epossidico per uno spesso microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto epossidico, del colore stabilito dai disegni, lucida e per uno spessore minimo di 30 microns.

69.1.6.2.4 Verniciatura con smalto a base di caucciù ciclizzata delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate

La verniciatura con smalto a base di caucciù delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate deve le seguenti fasi:
- applicazione a pennello di prodotto passivamente;
- rasatura parziale dei fori di evaporazione sulle superfici in calcestruzzo;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di fondo di colore neutro di vernice base pliolite spessore di 25 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di vernice a base pliolite a finitura opaca, n indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano a finire di vernice a base pliolite a finitura op colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns.

69.1.6.2.5 Verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine

La verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che r preverniciate o trattate con antiruggine, deve rispettare le seguenti fasi:
- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia e sostanze gras calcestruzzo o vecchie verniciature;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco, a 48 distanza, sempre a pennello (in totale, le due mani dovranno dare una pellicola di minimo 50 micron
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minim microns;

- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minim microns.
Per le opere in ferro che sono fornite con la prima mano di antiruggine già applicata, il ciclo di ver deve essere limitato all'applicazione della seconda mano di antiruggine e di stuccatura, e di due smalto sintetico.

69.1.6.2.6 Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno

La verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno, deve rispettare le seguent
- decappaggio delle opere eseguite con panni imbevuti di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione a pennello di una prima mano di copertura con smalto sintetico per uno spessore mir microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 m

69.1.6.2.7 Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio (già trattate con una mano di zincante inorganico) verniciate con smalto poliuretanico

La verniciatura di opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio deve rispettare le fasi:
- accurata pulizia delle opere eseguita con panno imbevuto di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di primer senza alcuna diluizione;
- applicazione, a pennello o con spruzzo di air-less, di una prima mano di smalto poliuretanico spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minim microns.

69.1.6.2.8 Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di Wash-primer) verniciati con smalto poliuretanico

La verniciatura di serramenti in ferro zincato interni ed esterni deve rispettare le seguenti fasi:
- pulizia della superficie zincata eseguita con panno imbevuto di prodotto non solvente del Wash-pr
- ritocchi a pennello con Wash-primer passivante della zincatura, dove questa risulti deteriorata;
- applicazione a pennello di una prima mano di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minim microns.

69.1.6.2.9 Solai in lamiera grecata verniciati con smalto acrilico

La verniciatura di solai in lamiera grecata deve rispettare le seguenti fasi:
- decappaggio della superficie zincata eseguito con panno imbevuto di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione ad air-less di una mano di Wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione ad air-less di una prima mano di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore r 40 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore di 40 microns.

69.1.6.2.10 Sola applicazione dell'antiruggine

La prima mano di antiruggine, a base di minio oleofenolico o cromato di zinco, deve essere applic aver preparato adeguatamente le superfici da verniciare.

Sulle parti non più accessibili dopo la posa in opera, deve essere preventivamente applicata anche mano di antiruggine.
La seconda mano di antiruggine deve essere applicata dopo la completa essiccazione della prim previa pulitura delle superfici da polvere e altri imbrattamenti, ed esecuzione di ritocchi agli e danneggiamenti verificatisi durante la posa in opera.
Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 microns.
La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole acc dell'effettivo numero delle passate applicate.

69.1.6.2.11 Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o similari, comprese tubazioni)

La verniciatura di opere esterne in ferro e profilati, in genere annegati in getti di calcestruzzo deve le seguenti fasi:
- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia, sostanze calcestruzzo;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio di piombo;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio di piombo a 48 ore di distanza, sempre a
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minim microns;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minim microns.

69.1.6.2.12 Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio

Se richiesto, le strutture metalliche portanti in acciaio dovranno essere rivestite con vernice intu resistente al fuoco secondo le seguenti fasi:
– preparazione delle superfici con sabbiature SA 2 1/2;
– applicazione di strato zincante inorganico dello spessore di 70-75 microns. L'applicazione dev effettuata in ambienti con umidità relativa non superiore all'80% e temperature comprese tra + 40°C;
– applicazione di vernice intumescente negli spessori necessari tali da garantire la classe di re prescritta, in relazione al tipo di struttura da proteggere. Gli spessori da utilizzare dovranno ess dichiarati dal produttore nelle schede tecniche. In linea di massima, si dovranno avere i seguenti s film secco per le seguenti classi:
- classe REI 30/45: 500 microns;
- classe REI 60: 750 microns;
- classe REI 120: 1000 microns.

– applicazione di una mano finale impermeabilizzante costituita da strato di pittura in emulsione pigmentata dello spessore di 30-40 microns, data a pennello, rullo o airless.
L'appaltatore deve fornire appropriata certificazione riguardante i materiali e le modalità di relativamente alla capacità di resistenza al fuoco della protezione realizzata.

69.1.7Protezione

Le opere verniciate devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'a ogni altra fonte di degradazione. La pitturazione deve essere eseguita sempre in ambiente prot agenti atmosferici che possono pregiudicare l'essiccamento della vernice, e nelle condizioni di umi temperatura dell'ambiente indicate dal produttore della vernice o della pittura.

69.1.8 Controllo

Il direttore dei lavori potrà controllare lo spessore degli strati di vernice con apposita strume magnetica. È ammessa una tolleranza del ±10%. Deve essere controllato anche che il consumo a metr quadro del prodotto corrisponda a quanto indicato dal produttore.

Per l'esecuzione delle prove si citano le seguenti norme di riferimento:

UNI 8754 – *Edilizia. Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Caratteristiche e metodi di prova*;

UNI 8755 – *Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione*;

UNI 8756 – *Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova*.

Un'altra norma di riferimento è data dall'ultima edizione del capitolato tecnico d'appalto per op pitturazione edile-industriale, edito dalla Associazione Nazionale Imprese di Verniciatura, Decora Stuccatura (ANVIDES).

69.1.9 Smaltimento rifiuti

L'appaltatore ha l'obbligo di non scaricare in fognatura e di non disperdere nell'ambiente il prodott contenitore.

In caso di spargimenti, occorre assorbire con sabbia. I rifiuti derivanti, classificabili come speciali, essere smaltiti in apposite discariche autorizzate rispettando le normative locali e nazionali in v ottenendo preventivamente l'autorizzazione degli enti preposti.

69.2 Esecuzione di decorazioni

Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne che nei prospetti esterni, la direzione d può fornire all'appaltatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o ad integrazione degli necessari particolari costruttivi e modalità esecutive.

Le campionature devono essere sottoposte all'accettazione del direttore dei lavori.

69.3 Rivestimenti per interni ed esterni

69.3.1 Definizioni

Si definisce *sistema di rivestimento* il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura dive omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio.

I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzioni in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

69.3.2 Sistemi realizzati con prodotti rigidi

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi similari), si procederà all letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione, curando la su continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura e umi maturazione. Si valuterà, inoltre, la composizione della malta, onde evitare successivi feno incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivesti curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante e il risp eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta, si procederà all'esecuzion strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc., in modo d successivamente uno strato di collegamento (o ancoraggio), costituito da adesivi aventi a compatibilità chimiche e termiche con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si come sopra descritto.

Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti similari, si procederà alla posa mediant meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e similari), a lo ancorati direttamente alla parte muraria e/o su tralicci o similari. I sistemi di fissaggio devono, co garantire un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e quello del rivestime resistere alla corrosione e permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere un comp termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, al ecc. e assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua e così via. Durante la po rivestimento si devono verificare gli effetti estetici previsti, l'allineamento o, comunque, la esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.
Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quant per le lastre.
In base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, si cureranno l'esecuzione dei fissa collocazione rispetto agli strati sottostanti, onde evitare incompatibilità termiche, chimiche o e Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumori indotti da vento, pioggia, ecc. Verranno, verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

69.3.3 Sistemi realizzati con prodotti flessibili

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro ab aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile.

69.3.4 Sistemi realizzati con prodotti fluidi

I sistemi con prodotti fluidi devono rispondere alle indicazioni seguenti:
– su pietre naturali e artificiali:
- impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti ai raggi UV, al dilavamento e agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.
– su intonaci esterni:
- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche.
– su intonaci interni:
- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera.
– su prodotti di legno e di acciaio:
- si seguiranno le indicazioni del produttore e del direttore dei lavori.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto, e, in loro mancanza (o integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore e accettate dalla dir lavori. Le informazioni saranno fornite secondo la norma UNI 8758 e UNI 8760 e riguarderanno:
- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni am (temperatura e umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, e le condiz successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni precede citate per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni sopra citate.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzio strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la

condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le p
relative alle norme di igiene e sicurezza.

69.4 Applicazione di tappezzerie

L'applicazione di tappezzerie (del tipo carta, vinilica con supporto in carta, vinilica con supporto
tessuto con supporto in carta, tessuto murale apprettato, paglia, laminato, sughero, agugliato, e
essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica)
dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.
I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete, con giunti
secondo le indicazioni del fabbricante e le ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

69.4.1 Superfici e supporti

Le superfici murali idonee per la posa di tappezzerie possono essere:
- l'intonaco civile;
- la rasatura a gesso;
- il cemento lisciato.

69.4.2 Stato delle superfici e dei supporti murali

I supporti murali nuovi per l'applicazione delle tappezzerie devono possedere i seguenti requisiti:
- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e, soprattutto, di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

69.4.3 Preparazione del supporto

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della tap
La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano preg
l'adesione delle tappezzerie. A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua puliz
all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spian
piccole asperità, ecc., avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che
successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa. Inoltre, le tecniche di preparazione
(carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura, ecc.) devono rispettare le precise indicazioni del

69.4.4 Tecnica di applicazione

La tecnica di applicazione deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche forn
produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.
Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante app
l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune r
modo da garantire la continuità dei disegni e, comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.
Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (ad
tessili), si deve provvedere ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto similare,
di ottenere la levigatezza e la continuità volute. Si deve applicare, infine, il telo di finitura curan
taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i
andamento alternato, ecc.

69.4.5 Norme di riferimento

UNI EN 12149 *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide* ;
UNI EN 12781 *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero;*

UNI EN 12956 – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione delle dimensioni, rettilineità, spugnabilità e lavabilità*;
UNI EN 13085 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero* ;
UNI EN 15102 – *Rivestimenti murali decorativi. Prodotti in rotoli e pannelli* ;
UNI EN 233 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per carte da parati finite e per rivestimenti di vinile e di plastica*;
UNI EN 234 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente* ;
UNI EN 235 – *Rivestimenti murali. Vocabolario e simboli* ;
UNI EN 259-1 – *Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Specifiche* ;
UNI EN 259-2 – *Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Determinazione della resistenza agli urti;*
UNI EN 266 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili.*

69.5 Applicazione di moquette

L'applicazione di moquette deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesi (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimen supporto.
I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete con giunti secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e le indicazioni del fabbricante.

69.5.1 Superfici e supporti

Le superfici idonee per la posa di moquette possono essere:
- magrone di cemento lisciato fine;
- pavimentazioni di piastrelle di ceramica;
- pavimentazioni di marmo, legno, ecc.

69.5.2 Stato delle superfici e dei supporti murali

I supporti murali nuovi per l'applicazione di moquette devono possedere i seguenti requisiti:
- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e soprattutto di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

69.5.3 Preparazione del supporto

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della m
La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano preg l'adesione delle moquette. A seconda del supporto, si procederà alla sua pulizia e all'asportazione materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asper avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente tra il foglio e il supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura ecc.), devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

69.5.4 Tecnica di applicazione

La tecnica di posa in opera della moquette deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.
Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante app l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, ecc., facendo le opportune riprese in modo da gara continuità dei disegni e, comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.

69.5.5 Norme di riferimento

UNI 7956 - *Prove sui tessili. Determinazione del comportamento alla combustione dei rivestimenti tessili per pavimenti, pareti e soffitti* ;

UNI 8013-1 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione* .

UNI 8014-1 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e dimensioni delle provette* ;

UNI 8014-2 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale*;

UNI 8014-3 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato di utilizzazione* ;

UNI 8014-5 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale*;

UNI 8014-6 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato di utilizzazione* ;

UNI 8014-7 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato* ;

UNI 8014-8 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato* ;

UNI 8014-9 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico* ;

UNI 8014-10 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile* ;

UNI 8014-12 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio* ;

UNI 8014-13 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area* ;

UNI 8014-14 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti* ;

UNI SPERIMENTALE 8014-15 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporcamento* ;

UNI 8014-16 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale)* ;

UNI 9946:1992 *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione* ;

UNI CEN/TS 14472–1 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità* ;

UNI CEN/TS 14472–2 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni* ;

UNI CEN/TS 14472–3 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione - Rivestimenti laminati per pavimentazioni* ;

UNI CEN/TS 14472–4 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni* ;

UNI EN 1269 - *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporcatura* ;

UNI EN 1307 - *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo* ;

UNI EN 1318 - *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dello spessore utile apparente dei fondi* ;

UNI EN 13297 - *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione delle pavimentazioni tessili a pelo agugliate;*

UNI EN 13893 - *Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;*

UNI EN 14041 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali* ;
UNI CEN/TS 14159 *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti concernenti le tolleranze sulle dimensioni (lineari) dei tappeti a misura, passatoie, quadrotti e rivestimenti tessili per pavimentazioni da parete a parete e le tolleranze sul rapporto di disegno;*
UNI EN 14215 *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti e passatoie a pelo fabbricati a macchina;*
UNI EN 14499 *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti minimi per i riversi dei tappeti* ;
UNI EN 1470 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni agugliati ad eccezione dei rivestimenti agugliati a pelo* ;
UNI EN 1471 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione dei cambiamenti di aspetto;*
UNI EN 14900 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica del supporto (textile fleece backing)* ;
UNI EN 15114 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni senza pelo* ;
UNI EN 15115 *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della sensibilità all'acqua versata* ;
UNI CEN/TS 15398 *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni* ;
UNI EN 1813 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dell'integrità delle fibre di lana mediante un abrasimetro* ;
UNI EN 1814 *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al danneggiamento dei bordi tagliati, mediante la prova con il tamburo Vettermann modificato* ;
UNI EN 1815 – *Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica* ;
UNI EN 1963 *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove mediante la macchina Lisson Tretrad* ;
UNI EN 685 – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione* ;
UNI EN 984 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa areica dello strato di utilizzazione dei rivestimenti delle pavimentazioni agugliate* ;
UNI EN 985 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prova della sedia a rotelle* ;
UNI EN 986 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Piastrelle. Determinazione delle variazioni dimensionali e dell'incurvamento per effetto della variazione delle condizioni di umidità e di temperatura* ;
UNI EN 994 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle* ;
UNI EN 995 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione della deformabilità sotto carico dei fondi* ;
UNI EN ISO 105-X10 *Tessili. Prove di solidità del colore. Parte X10: Valutazione della migrazione dei colori dei tessili nei rivestimenti di policloruro di vinile* ;
UNI EN ISO 11378-2 *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove di sporcatura in laboratorio. Prova del tamburo* ;
UNI EN ISO 11857 *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla delaminazione* .

69.6 Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento, nel corso dell'esecuzione de
con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche
siano effettivamente quelli prescritti, e, inoltre, almeno per gli strati più significativi, accerterà che
delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzio
attribuita all'elemento o strato realizzato.
In particolare, verificherà:
- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti, e quanto rip
punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;

- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli), la corretta esecuzione delle operazioni descritte n
punto;
- per i rivestimenti fluidi o in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come
precedenza, verificando la loro completezza, ecc., specialmente delle parti difficilmente contro
termine dei lavori.
A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà prove (anche solo localizzate) con facili mezzi da
creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o, comunque, simulanti le solle
dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi, verificherà in particolare il fiss
l'aspetto delle superfici risultanti. Per i rivestimenti in fogli, verificherà l'effetto finale e l'adesi
supporto. Per quelli fluidi, infine, accerterà la completezza, l'assenza di difetti locali e l'adere
supporto.

Art. 70. Giunti di dilatazione

70.1 Giunti di dilatazione per pavimenti

70.1.1 Generalità
Nelle pavimentazioni per interni, devono essere inseriti giunti di dilatazione anche tra pavim
rivestimento e in corrispondenza dei giunti strutturali verticali, collocati secondo i disegni progett
ulteriori indicazioni del direttore dei lavori, per eliminare le tensioni provocate dalle dilatazioni term
conseguente distacco degli elementi posati. I giunti di dilatazione, prima della collocazione, devo
accettati dalla direzione dei lavori.
I giunti di dilatazione, che possono essere in alluminio, ottone o materiale plastico, non devono r
manutenzione. Per pavimentazioni soggette a intenso traffico pedonale, carrelli, lettighe, ecc., il gi
essere dotato di alette di fissaggio laterali che possano essere affogate nel collante al di sotto del ri
ceramico o in pietra naturale oppure direttamente nel massetto, nel caso si impieghino altri ma
rivestimento quali, per esempio, moquette o linoleum.
I giunti di dilatazione devono assicurare la protezione anche gli spigoli delle piastrelle e devono e
propagazione del suono nel rivestimento e ridurre la trasmissione di rumori generati dal calpesti
vibrazioni.
Nelle pavimentazioni tradizionali degli ambienti residenziali, possono essere impiegati giunti di dil
perimetrali realizzati con materiali comprimibili, come polistirene o poliuretano espanso, s
superiormente e ricoperti dai battiscopa.

70.1.2 Pavimenti
Il giunto di dilatazione per pavimenti (piastrelle, marmi, clinker, ecc.) deve essere costituito d
portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di …… m
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli
atmosferici, alla temperatura da…… °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bitu
Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al massetto di sottofondo con viti e
espansione tipo ……., ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Il sottofondo su entrambi i lati de
deve essere preparato con malta antiritiro per una larghezza di circa 10 cm.
La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua sapo
sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo
essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

70.1.3 Pavimenti sopraelevati
Il giunto di dilatazione per pavimenti deve essere costituito da profilo portante in alluminio co
d'ancoraggio perforate verticalmente. L'altezza di montaggio deve essere di …… mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli atmosferici, alla temperatura da…… °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bitu
Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate ai pannelli con viti e tasselli ad es tipo ……., ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati.
La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua sapo sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

70.1.4 Pavimenti finiti

Il giunto di dilatazione per pavimenti finiti deve essere costituito da profilo portante in alluminio c d'ancoraggio perforate. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, re all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da…… °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acid sostanze bituminose. La guarnizione elastica può essere speciale.
Le alette del profilo devono essere installate sul pavimento finito con viti a tasta svasata e ta espansione.

70.2 Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti

70.2.1 Facciate, pareti e soffitti a faccia vista

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere cost profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere mm. Le alette del profilo metallico devono avere un sottostrato in neoprene cellulare per la comp delle irregolarità del piano d'appoggio.
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli atmosferici, alla temperatura da…… °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bitu
Le superfici dove appoggiano le alette del profilo devono essere piane, lisce e pulite. Le alette d portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con viti e tasselli ad espansione ti ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Negli ambienti interni il profilo può essere fissato con collante speciale.
Nei raccordi testa a testa dei profili in alluminio deve essere lasciata una fessura di circa 5 mm da con idoneo sigillante elastico.

70.2.2 Facciate, pareti e soffitti sotto-intonaco

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare sotto-intonaco deve essere cos profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere mm.
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli atmosferici, alla temperatura da…… °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bitu
Le alette laterali del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con d'acciaio inox ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati del giunto.

70.2.3 Facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto

Il giunto di dilatazione per facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto deve essere costituito portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. Il profilo portante deve essere regolabile in dello spessore del rivestimento a cappotto.
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli atmosferici, alla temperatura da…… °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bitu
Gli angolari di alluminio devono essere collocati a interasse di circa 40 cm, fissati mediante viti e t espansione La parte del profilo a vista durante la posa in opera deve essere protetta con speci

adesivo. Le eventuali irregolarità della superficie devono essere eliminate mediante applicazione d
malta.

70.2.4 Facciate, pareti e soffitti a lavori finiti

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere cost
profilo in duralluminio (UNI 3569) o in PVC rigido. Il PVC rigido deve essere resistente e stabile ad almeno
70°C e ai raggi. La collocazione del giunto deve essere eseguita mediante clips di fissaggio in a
inox da inserire nella scanalatura del profilo. Per la solidità dell'ancoraggio deve essere utilizzata al
clips ogni …. cm, ovvero come previsto dal produttore.

Capitolo 7
MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

Art. 71. Sistemi di collegamento degli impianti alle strutture

Gli elementi funzionali degli impianti potranno essere collegati alle strutture principali con dispos
vincolo rigidi o flessibili. I collegamenti di servizio dell'impianto dovranno essere flessibili e non d
fare parte del meccanismo di vincolo.
Gli impianti non dovranno essere collocati alle pareti dell'edificio facendo affidamento sul solo attrit
I corpi illuminanti dovranno essere dotati di dispositivi di sostegno tali impedirne il distacco in
terremoto. In particolare, se montati su controsoffitti sospesi, dovranno essere efficacemente a
sostegni longitudinali o trasversali del controsofitto e non direttamente ad esso.
Il direttore dei lavori dovrà verificare sia i dispositivi di vincolo che gli elementi strutturali o non s
cui gli impianti sono fissati, in modo da assicurare che non si verifichino rotture o distacchi per
dell'azione sismica.

Art. 72. Impianti idrico-sanitari

72.1 Caratteristiche dei materiali

I materiali e gli oggetti, così come i loro prodotti di assemblaggio (gomiti, valvole di interce
guarnizioni ecc.), devono essere compatibili con le caratteristiche delle acque destinate al consum
quali definite nell'allegato I del D.Lgs. n. 31/2001. Inoltre, essi non devono, nel tempo, in co
normali o prevedibili d'impiego e di messa in opera, alterare l'acqua con essi posta a contatto con
un carattere nocivo per la salute e/o modificandone sfavorevolmente le caratteristiche organolettich
chimiche e microbiologiche.
I materiali e gli oggetti non devono, nel tempo, modificare le caratteristiche delle acque poste
contatto, in maniera tale da rispettare i limiti vigenti negli effluenti dagli impianti di depurazione de
reflue urbane.

72.1.1 Prescrizioni normative

Ai sensi dell'art. 1, lettera d) del D.Lgs. 22 gennaio 2008, n. 37 sono soggetti all'applicazione dello stesso
decreto gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di
di acqua all'interno degli edifici, a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributo
Per i criteri di progettazione, collaudo e gestione valgono le seguenti norme:
UNI 9182 – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione* ;
UNI EN 12056-1 *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Requisiti generali e prestazioni*;
UNI EN 12056-2 *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo* ;
UNI EN 12056-3 *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo* ;
UNI EN 12056-4 *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo* ;
UNI EN 12056-5 *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso* .
Per i disegni tecnici, le norme di riferimento sono le seguenti:
UNI 9511-1 – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico;*

UNI 9511-2 – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria* ;
UNI 9511-3 – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica* ;
UNI 9511-4 – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione* ;
UNI 9511-5 – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate* .

72.2 Contatori per acqua

72.2.1 Contatori per acqua fredda

I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori potranno essere dei seguenti tipi:
- tipo a turbina, a getto multiplo o unico, a quadrante asciutto o bagnato;
- a mulinello (Woltmann), in esecuzione chiusa o a revisione.

I contatori a turbina a getto unico saranno di solito impiegati per acque con tendenza a formare incr e, in questo caso, si darà la preferenza a contatori a quadrante bagnato.
Per la misura di portate rilevanti e non soggette a notevoli variazioni (condotte prementi, ci raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).
Per quanto riguarda definizioni, requisiti e prove di attacchi, si farà riferimento alle seguenti norme per i contatori a turbina; per i contatori a mulinello si ricorrerà alle norme solo in quanto ad essi app
- definizioni e prove: UNI 1075-1; UNI 1075-2
- dimensioni e quadranti: UNI 1064 - 1067
- montaggi sulla tubazione: UNI 1073 – 1074; UNI 2223 e UNI 2229

I contatori devono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro r meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35 °C. I materiali devono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché capaci di ad ogni possibile attacco chimico dell'acqua.
Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e riparazione. I dovranno essere in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo, anche se immersi ne rulli, nei contatori a lettura diretta, dovranno essere in materiale rigorosamente inossidabile. I vet dovranno essere ben trasparenti, senza difetti, e idonei a sopportare un'eventuale sovrapressione d'ariete.

72.2.2 Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i impiegati dovranno essere inalterabili per temperature fino a 100 °C. Per le prove d'accettazione si applicherà la norma UNI 8349 – *Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove* .

72.3 Criteri di esecuzione

72.3.1 Posa in opera delle tubazioni

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni previste dal punto 19.1 della UNI 9182. In forma generale, le tubazioni devono essere collocate in modo tale da consentire la corretta esecuzione rivestimento isolante e le necessari operazioni di manutenzione e di ispezione.
Le tubazioni per l'acqua calda devono essere dotate di idonei compensatori di dilatazione.
L'appaltatore non deve collocare le tubazioni per adduzione acqua:
- all'interno delle cabine elettriche;
- sopra quadri e apparecchiature elettriche;
- all'interno di locali per deposito rifiuti;

- all'interno di locali per deposito di prodotti inquinanti.
In particolare, le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo pe
superiori a 45°, né sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni, se interrate devono essere oppor
protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura
60°C e durezza inferiore a 10°F e non devono essere precedute da serbatoi o da tratti di tubazione

72.3.2 Ancoraggi delle tubazioni a vista

Gli ancoraggi e i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti nei modi seguenti:
- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a
bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo. Per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi u
per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni ve
mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diame
tubazioni, e, comunque, a distanza tale da evitare avvallamenti.

72.3.3 Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dal punto 2.4 del D.M. 6/4/2004 n. 182, prima
della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:
- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione e di eventuali materiali estranei;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti e
apparecchi sanitari;
- disinfezione mediante immissione nella rete idrica di cloro gassoso, miscela di acqua con cloro
miscela di acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potab
miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno otto ore. De
garantita la presenza di almeno 50 ppm di cloro residuo da verificare mediante prelevamento in div
della distribuzione;
- risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successiv
campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analis
fondamentali e indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.
I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la
che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo per un tempo minimo di due o
Durante la disinfezione, l'impresa appaltatrice deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi
segnali, ecc.) per impedire il prelevamento d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.
In caso di modifiche o di ampliamento dell'impianto di distribuzione, deve essere ripetuta l'opera
pulizia e di disinfezione.

72.4 Isolamento termico

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materi
bassa conducibilità termica, per due distinti scopi:
- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria nelle tubazioni e nelle apparecchiature att
da acqua fredda;
- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni e nelle apparecchiature attraversate da acqua calda.

72.4.1 Materiali isolanti

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo,
costituiti da:
- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartone catramat
- sughero, in lastre o coppelle, aventi spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 12

72.5 Protezione contro la corrosione

72.5.1 Generalità

L'espressione *protezione contro la corrosione* indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare ch
si verifichino le condizioni per certe forme di attacco dei manufatti metallici, dovute per la maggior parte
ad una azione elettrochimica.
In linea generale, occorrerà evitare che si verifichi una disimmetria del sistema metallo-elettro
esempio il contatto di due metalli diversi, aerazione differenziale, ecc.
Le protezioni possono essere di tipo passivo, di tipo attivo, o di entrambi i tipi.
La protezione passiva consiste nell'isolare le tubazioni dall'ambiente esterno e fra loro, mediant
rivestimenti superficiali di natura organica e inorganica, e/o interrompere la continuità di ciascuna tu
interponendo speciali giunti dielettrici.
La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche, in
evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

72.5.2 Mezzi impiegabili per la protezione passiva

I mezzi per la protezione passiva delle tubazioni possono essere costituiti da:
- speciali vernici bituminose, applicate a caldo o a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminoso;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto, cemento o in resine sintetiche, usabili per l'attrave
di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, devono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa
pulizia, e non devono presentare assolutamente soluzioni di continuità.
All'atto dell'applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute s
suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eve
trasformazione.
Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa
un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

72.5.3 Mezzi impiegabili per la protezione attiva

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna in
vagante, deve essere effettuata mediante protezione catodica, sovrapponendo alla corrente di cor
corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.
L'applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli eleme
tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

72.5.4 Protezione passiva e attiva

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risul
sufficientemente difese, dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva, adottand
sistemi già illustrati.

72.6 Rete di ventilazione

72.6.1 Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

Per *ventilazione di un impianto idrosanitario* si intende il complesso di colonne e diramazioni che collegano le colonne di scarico e i sifoni dei singoli apparecchi sanitari con l'aria esterna, al fine di evitare pre depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazione sono le tubazioni che collegano i sif apparecchi con le colonne di ventilazione, ovvero tubazioni verticali parallele alle colonne di scarico La ventilazione degli impianti sanitari per lo smaltimento verso l'esterno di cattivi odori può realizzata nei seguenti modi:

- *ventilazione primaria* : è ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edific preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio, per un'altezza di almeno un metro. I terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo antipioggia. È consigliabile installar girevole, in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto al dire vento;
- *ventilazione a gancio* : è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipico dei servizi igienici di e pubblici, applicando la ventilazione all'estremità dei collettori di scarico in prossimità della parte te fino al di sopra degli apparecchi serviti. Nel caso in cui gli apparecchi sanitari siano più di tre, effettuarsi la ventilazione anche in una posizione intermedia del collettore di scarico;
- *ventilazione unitaria* : è ottenuta ventilando i sifoni di tutti gli apparecchi sanitari. L'attacco de diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone, senza peraltro n buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

In assenza di precise indicazioni progettuali si farà riferimento ai punti 3.3 e 7 della norma UNI EN 12056-1
In generale, per i vasi dovranno adoperarsi diametri di almeno 40 mm, e di 32 mm negli altri casi.
Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'a qualsiasi natura, né essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazio da ambienti e simili.

Tabella 79.1 - Diametri interni delle diramazioni di ventilazione secondaria

Apparecchio sanitario	Diametro [mm]
Bidè	35
Lavabo	35
Vasca da bagno	40
Vaso a cacciata	50
Vaso alla turca	50
Lavello	40
Orinatoi sospesi	40
Orinatoi a stallo	50
Piatto doccia	40
Fontanella	25
Lavapiedi	40
Scatola sifonata	40

Tabella 79.2 - Diametri della diramazione di ventilazione per più apparecchi sanitari

Gruppo di apparecchi senza vasi		Gruppo di apparecchi con vasi	
Unità di scarico	Diramazione di ventilazione	Unità di scarico	Diramazione di ventilazione
1	35	fino a 17	50
2 a 8	40	18 a 36	60
9 a 18	50	37 a 60	70
19 a 36	60		

72.6.2 Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete di ventilazione, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti mat

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, o a fre opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);
- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena o elettrica;
- PVC con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;

- fibrocemento;
- polipropilene;
- polietilene ad alta densità.

Altri sistemi di ventilazione degli impianti idrosanitari, diversi da quelli progettuali esecutivi, d essere autorizzati dalla direzione dei lavori, aggiornando successivamente il piano di manut dell'opera.

72.6.3 Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre d diametro della corrispondente colonna di scarico, senza superare i 50 mm.
Nel caso in cui una diramazione di ventilazione raccolga la ventilazione singola di più apparecchi sa suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scaric superare i 70 mm.
Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante, e sarà determinato in base al diametro dell di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico e alla lunghezza della colo ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventil massimo diametro che in essa si innesta.

72.7 Rete di scarico delle acque reflue

72.7.1 Generalità. Classificazioni

Con il nome generico di *scarichi* si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acq piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta de piovane dovranno essere separate fino al recapito esterno.
La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:
- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putr incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili asse strutturali;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas e acidi corrodenti.

Le tubazioni di scarico vengono distinte in:
- diramazioni di scarico, costituite dai tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alla
- colonne di scarico, costituite da tronchi di tubazione verticale;
- collettori di scarico, costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni posti alla base delle colonne funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione nat fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.
L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:
- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

72.7.2 Materiali

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali e i componenti indic documenti progettuali, e a loro completamento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito indicate.
Vale, inoltre, quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento la norma UNI EN 12056-1

I tubi utilizzabili di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua devono rispondere alla norma UNI EN 10224
Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non sapor
Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rive
rivestimento deve rispondere alle prescrizioni della UNI esistenti (polietilene, bitume ecc.) e, comunque, non deve essere danneggiato o staccato (in tal caso, il tubo deve essere eliminato).
I tubi di ghisa devono essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catra epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine.
I tubi di grès ceramico devono rispondere alla norma UNI EN 295 (varie parti) e quelli di fibrocemento devono rispondere alla norma UNI EN 588-1.
I tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggi rispondere, infine, alla norma UNI SPERIMENTALE 9534 (n.d.r. norma ritirata senza sostituzione);
I tubi di materiale plastico comprendono:
- tubi di pvc per condotte all'interno dei fabbricati;
- tubi di pvc per condotte interrate;
- tubi di polietilene ad alta densità (per condotte interrate;
- tubi di polipropilene pp);
Per gli scarichi e i sifoni di apparecchi sanitari si veda l'articolo sui componenti dell'impianto di adc dell'acqua.
In generale, i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispond seguenti caratteristiche:
- minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
-impermeabilità all'acqua e ai gas, per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoruscita degli od
- resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con p riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
- resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90°C circa;
- opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
- resistenza alle radiazioni uv per i componenti esposti alla luce solare;
- resistenza agli urti accidentali.
In generale, i prodotti e i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:
- conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o traspo acque;
- stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
- sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
- minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
- durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.
Gli accumuli e i sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo.
Le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corp sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una protezione da installare a monte delle pompe.

72.7.3 Criteri di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto, si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indica documenti progettuali, e, qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto o a suo completa rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.
Vale, inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento la UNI EN 12056-1.
Nel suo insieme, l'impianto deve:
- essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia;

- permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non prev
- interventi distruttivi di altri elementi della costruzione;
- permettere l'estensione del sistema, quando previsto, e il suo facile collegamento ad altri sistemi

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o s dove le eventuali fuoruscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile, devon previste adeguate protezioni che convoglino i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile, D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineam discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle co orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali e orizzontali) e sono da evitare le connessioni doppie frontali e i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'as tubazione ricevente, e in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili varia velocità o altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'as colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e, comunque, a di dieci volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella nor EN 12056-1. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoruscita diretta all'est possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo sup troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al di sotto del più basso raccordo di scarico;

Devono, inoltre, essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione alm dieci connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno d dall'estradosso per coperture non praticabili, e a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi devono distare almeno 3 m da ogni finestra, oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto de

I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 m diametro minimo di 100 mm negli altri casi. La loro posizione deve trovarsi:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare, per tubi con diametro sino a 100 mm, e ogni 30 m per tubi con maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere sempre consentite e gli spazi devono essere accessibili, così da con operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. N di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm, bisogna prevedere pozzetti di ispezio cambio di direzione e, comunque, ogni 40-50 m.

I supporti di tubi e apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione. In particolare verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm; ogni 0 diametri fino a 100 mm; ogni metro per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti dev compatibile chimicamente, e in quanto a durezza, con il materiale costituente il tubo.

Si devono prevedere giunti di dilatazione per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale co e alla presenza di punti fissi, quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di mani passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il pa modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati, con possibilit
secondo attacco.

72.7.4 Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico
polietilene ad alta densità) o acciaio. Le diramazioni devono convogliare le acque di scaric
provenienti dagli apparecchi sanitari, senza eccessive pressioni o formazione di pertubazione nelle
di scarico per effetto dei flussi discendenti

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate d
apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve a
mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni di m
plastici, il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pres
mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (materiale da impiegarsi nel campo degli scarichi (a
bassa e ad alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati B), sia nel sottosuo
struttura dell'edificio (marcati BD), si applicheranno le disposizioni della norma UNI EN 1329-1.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere ass
minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

Tabella 79.3 - Diametro minimo delle diramazioni di scarico in funzione della pendenza

Diametro minimo [mm]	Max numero unità di scarico con pendenza		
	1%	2%	4%
35 (senza vasi)	1	1	1
40 (senza vasi)	2	3	4
50 (senza vasi)	4	5	6
60 (senza vasi)	7	10	12
70 (senza vasi)	12	15	18
80 (senza vasi)	22	28	34
80 (max 2 vasi)	14	16	20
100	80	90	100
125	120	160	200
150	250	300	400

Tabella 79.4 - Diametro minimo delle diramazioni di scarico interne in funzione delle unità di sc

Apparecchio sanitario	Diametro minimo [mm]	Unità di scarico
Lavabo	35	1-2
Lavello da cucina	40	3
Vaso a cacciata	100	2-4
Vaso ad aspirazione	80	6
Vaso alla turca	100	7-8
Vasca da bagno	40-50	3-4
Doccia	40-50	2-3
Piletta	40	3
Bidè	35	1-2
Orinatoi	40	2-4
Lavapiedi	40	2
Vuotatoi	100	8

72.7.5 Colonne di scarico

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (e ad alta densità, ad), acciaio, acciaio smaltato o gres.
Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scaric diramazioni servite e dall'altezza della colonna. Tale diametro deve essere mantenuto costante l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della colonna superiori a 45° rispetto alla ve rimanda alle disposizioni della norma UNI EN 12056-1, che prevede la suddivisione della colonna in tratti.
Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o i zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due (del tipo a manicotti scorrevoli) posti sotto il bicchiere.

Tabella 79.5 - Diametro minimo delle colonne di scarico

Diametro minimo [mm]	Max numero unità di scarico		Lunghezza max della colonna [m]
	per ogni piano	per tutta la colonna	
40 (senza vasi)	3	8	14
50 (senza vasi)	5	18	18
60 (senza vasi)	8	25	25
70 (senza vasi)	20	35	30
80	40	70	50
100	100	350	80
125	200	800	100
150	300	1200	140

72.7.6 Collettori di scarico

I collettori di scarico devono essere collocati in modo da avere la massima pendenza possibile e l lunghezza. Gli eventuali cambiamenti di direzione devono avvenire mediante curve ampie con an superiore ai 45°. In prossimità del cambiamento di direzione da verticale ad orizzontale, devono mezze curve a 45°, in modo da formare una curva più ampia possibile.
I collettori di scarico a soffitto devono essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimit bicchiere e, in generale, ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico (per le tu gres tale distanza deve essere ridotta ad 1 metro). I collari di sostegno a soffitto possono essere nastro regolabile o a collare pesante in metallo o in
I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno idoneo dispositivo ispezionabile a chiusura idraulica provvisto di attacco per la ventilazione.
Nei collettori deve essere assicurata una velocità di deflusso non inferiore a 0,6 m/s, in modo da separazione dei materiali solidi da allontanare. L'eventuale velocità massima di deflusso deve compatibile con il materiale componente il collettore, in modo da non provocare forme di abrasi superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso deve essere compresa tra 0,7 e 2,5 m/s.

La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla p
pendenza della tubazione.

Tabella 79.6. - Collettori di scarico: diametro minimo in funzione della pendenza

Diametro minimo [mm]	Max numero unità di scarico con pendenza		
	2%	3%	4%
35 (senza vasi)	30	40	60
80 (senza vasi)	80	40	60
100	80	100	150
125	200	250	350
150	500	600	800
200	1500	2000	2500
250	3000	4000	5000
300	5000	6500	8000

Tabella 79.7 - Collettori di scarico: velocità dell'acqua e massimo numero di unità di scar
funzione del diametro e della pendenza

Diametro colonna	Velocità [m/s] pendenza [%]				Carico US Pendenza [%]		
	0,5	1	2	4	1	2	4
50	0,31	0,44	0,62	0,88	-	21	26
65	0,34	0,49	0,68	0,98	-	24	31
80	0,38	0,54	0,76	1,08	20	27	36
100	0,44	0,62	0,88	1,24	180	216	250
125	0,49	0,69	1,08	1,39	390	480	575
150	0,54	0,76	1,24	1,52	700	840	1000
200	0,62	0,88	1,29	1,75	1600	1920	2300
250	0,69	0,98	1,39	1,96	29900	3500	4200
300	0,75	1,07	1,47	2,06	4600	5600	6700

Tabella 79.8 - Collettori di scarico: pendenze minime consigliate per i tratti sub-orizzontali

Tubazione	Pendenza [%]
gres o piombo	0,5
ghisa, acciaio, materiale plastico	1
fibrocemento	1,5
cemento	2

Tabella 79.9 - Diametri indicativi delle tubazioni di scarico di alcuni apparecchi idrosanitari

Apparecchio idrosanitario	Diametro minimo interno del sifone e dello scarico [mm]
Lavabo	32
Vaso a sedere normale	100
Vaso a sedere ad aspirazione	75
Vaso alla turca	100
Vasca da bagno	50
Bidè	32
Doccia	50
Lavastoviglie, lavatrice	40
Orinatoio sospeso	40
Orinatoio a stallo verticale	50
Orinatoio ad aspirazione	32
Lavello da cucina di appartamento	40
Lavello da cucina di ristorante	75
Lavabo da ristorante	50
Lavabo da laboratorio	40
Vuotatoio	100
Lavapiedi	40

Lavatoio	40
Fontanella d'acqua da bere	32
Chiusino a pavimento	50

72.7.7 Dispositivo a chiusura idraulica

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserit
scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

72.7.8 Pozzetti di ispezioni

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla
piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o a
disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.
Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna
servita.

Tabella 79.10 - Dimensioni indicative di pozzetti di ispezione

Profondità [cm]	Dimensioni interne del pozzetto [cm]	Muratura	Chiusino dimensione esterne [cm]
< 90	52 · 52	a una testa	64 · 64
90-250	82 · 82	a due teste	84 · 84
>250	∅ 90	CLS prefabbricato	84 · 84

Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali

72.7.9 Generalità

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:
- canali di gronda: lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PEad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, polietilene ad alta densità (PEad), PVC, cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione nat
fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

72.7.10 Materiali e criteri di esecuzione

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali, si utilizzeranno i materiali e i componenti indi
documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o a suo completar
rispetteranno le prescrizioni seguenti:
a) in generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli in
atmosferici, all'azione della grandine e ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo), c
con le azioni dei raggi UV, ecc.;
b) gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto al punto a), se di meta
resistere alla corrosione; se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodott
coperture; se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti a quanto
al punto a);
c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale,
indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;
d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impar
pubbliche autorità. Per quanto riguarda i dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circo
utilizzate da pedoni e da veicoli, vale la norma UNI EN 124.
Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indica
documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o

completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale, inoltre, quale prescrizione ulteriore riferimento, la norma UNI EN 12056-3
I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete 5 cm, e i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto, di materiale compatibile del tubo.
I bocchettoni e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente l Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate, deve essere i un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.
Per i pluviali e i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, e limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

72.7.11 Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno, per c l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalle converse di convogliame pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fi struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti; eventuali altri sistemi devono essere autori Direzione dei lavori.
Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori in lamierino plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di sup estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto longitudinale del profilo.
I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

Tabella 79.11 - Dati dimensionali dei lamierini

Spessore [mm]	Peso [kg/dm²]	Dimensioni	
		Larghezza [mm]	Lunghezza [mm]
4/10	3,20	1000	2000
6/10	4,80	1100	3000
8/10	6,40	1300	3000
10/10	8,00	1400	3500
12/10	9,60	1500	4000
14/10	11,20	1500	4000
16/10	12,80	1500	4000
18/10	14,40	1500	4000
2	16,00	1500	5000
2 ½	20,00	1600	6000
3	24,00	1800	10.000

Tabella 79.12 - Dati dimensionali delle lamiere zincate

Lastre piane 1 · 2	
Spessore [mm]	Peso [kg]
3/10	6,80
4/10	8,00
5/10	9,50
6/10	11,50
8/10	14,00
10/10	17,00
12/10	20,00
15/10	25,00
20/10	34,00

Tabella 79.13 - Dati dimensionali dei canali di gronda delle lamiere zincate (peso in kg)

Spessore [mm]	Per bocca di sviluppo [cm]				
	15 · 25	18 · 30	19 · 33	20 · 25	22 · 40
4/10	1,00	1,20	1,30	1,40	1,60
5/10	1,20	1,50	1,60	1,70	1,90
6/10	1,40	1,70	1,90	2,00	2,20
8/10	1,70	2,00	2,30	2,50	2,70
10/10	2,20	2,50	2,85	3,10	3,40

72.7.12 Pluviali

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissag
pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere. In
consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette; a tal fine, tra cravatta e tubo c
inserito del materiale elastico o della carta ondulata.
L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomm
L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione
stracci, nidi, ecc.).
Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione
adeguata che si innestano ai pluviali.
I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in accia
resistenti agli urti.
I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, che de
facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso, il vano pu
chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.
I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

Tabella 79.14 - Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)

Spessore [mm]	Per diametro [mm]						
	80	85	90	95	100	110	120
3,5/10	1,00	1,10	1,15	1,20	1,25	1,35	1,45
4/10	1,15	1,20	1,30	1,35	1,40	1,50	1,60
5/10	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
6/10	1,65	1,75	1,85	2,00	2,10	2,25	2,40
8/10	2,00	2,15	2,30	2,45	2,50	2,60	2,80
10/10	2,40	2,55	2,80	2,90	3,00	3,15	3,40

Tabella 79.15 - Diametro dei canali di gronda e dei pluviali in funzione della superficie del tetto

Superficie del tetto in proiezione orizzontale [m^2]	Diametro minimo del canale di gronda[1] [mm]	Diametro interno minimo del canale del pluviale [mm]
fino a 8	80	40
9 a 25	100	50
26 a 75	100	75
76 a 170	(125)	(90)
171 a 335	150	100
336 a 500	200	125
501 a 1000	250	150

[1] Il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.

72.7.13 Collettori di scarico

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato)
convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla tabella 79.16, in funz
superficie del tetto. Tali valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chèzy-Bazin, in base a:
- un coefficiente di scabrezza = 0,16;
- intensità di pioggia = 100 mm/h;
- coefficienti di assorbimento = 1;

- canali pieni a metà altezza.

Tabella 79.16 - Diametro dei collettori di scarico per pluviali

Diametro minimo del collettore [mm]	Pendenza del collettore			
	1%	2%	3%	4%
	Superficie della copertura [m²]			
80	50	75	90	110
100	100	135	170	190
125	180	250	310	350
150	300	410	500	600
200	650	900	1100	1280
250	1100	1650	2000	2340
300	1900	2700	3300	3820

72.7.14 Pozzetto a chiusura idraulica

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei la
I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure rea opera.

72.7.15 Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opere segue:
- effettuerà le necessarie prove di tenuta;
- eseguirà la prova di capacità idraulica combinata dei canali di gronda (UNI EN 12056-3, appendice A, punto A.1) per i sistemi che prevedono una particolare bocca di efflusso raccordata al tipo di c gronda;
- eseguirà la prova di capacità dei canali di gronda (UNI EN 12056-3, appendice A, punto A.2) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso di diversi tipi;
- eseguirà la prova di capacità delle bocche di deflusso (UNI EN 12056-3, appendice A, punto A.3) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso utilizzabili per canali di gronda di diversi tipi;
- eseguirà, al termine dei lavori, una verifica finale dell'opera;

In conformità al D.M. n. 37/2008 l'appaltatore dovrà consegnare al direttore dei lavori la dichiara conformità delle opere di scarico realizzate alle prescrizioni del progetto.

72.7.15.1 Norme di riferimento

a) canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato:
UNI EN 607 - *Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove* .

b) canali di gronda e pluviali di lamiera metallica:
UNI EN 612 - *Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti* .

c) supporti per canali di gronda:
UNI EN 1462 - *Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove* .

d) collaudo:
UNI EN 12056-3 - *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo* .

72.7.16 Pompe

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico. In particolare, si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basam appoggio;
- consentire lo smontaggio e il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;
- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante interposizione materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che d comunque del tipo a quattro poli;
- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, o altro event avente uguali o migliori caratteristiche;
- garantire la piena osservanza delle Norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quant concerne l'impianto elettrico.

Le pompe dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:
UNI ISO 2548 - *Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe C* ;
UNI ISO 3555 - *Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B* .

72.8 Prove e verifiche della rete di distribuzione dell'acqua fredda e calda

72.8.1 Generalità

Le verifiche e le prove indicate ai punti che seguono, devono essere eseguite in corso d'opera da dei lavori a impianto ultimato, con la redazione del regolare verbale in contraddittorio con l'appaltat
Le verifiche e le prove dovranno essere eseguite quando le tubazioni sono ancora in vista, e cioè pr proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta o altro, cunicoli impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

72.8.2 Prova di tenuta idraulica a freddo delle rete di distribuzione

La prova di tenuta idraulica (UNI 9182, punto 26.2.1) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, e prima della chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle cond tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso. Dopo aver riempito d'acqua il circuit si sottoporrà a pressione, per almeno quattro ore, la rete o parte di essa a mezzo di una pomp munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito.
Tutte le tubazioni in prova complete delle valvole e dei rubinetti di intercettazione mantenuti in aperta saranno provate ad una pressione pari ad una 1,5 volte la pressione massima di e dell'impianto, ma comunque non inferiore a 600 kPa.
La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per *pressione massima di esercizio* si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto assicurare l'erogazione al rubinetto più alto e più lontano, con la contemporaneità prevista e con il residuo non inferiore a 5 m H_2O.
La prova di tenuta sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabili ore consecutive, non manifesterà perdite e quindi abbassamenti di pressione al di fuori delle t ammesse di 30 kPa.
La prova può essere eseguita anche per settori di impianto.

72.8.3 Prova idraulica a caldo

La prova idraulica a caldo (UNI 9182, punto 26.2.2) deve essere eseguita con le medesime modalità per l rete acqua fredda, ma con riferimento alla rete di distribuzione dell'acqua calda, nelle seguenti con funzionamento:
- messa in funzione dell'impianto di preparazione acqua centralizzato per un tempo non inferiore a consecutive, fino al raggiungimento della pressione d'esercizio;
- temperatura iniziale maggiore di almeno 10°C della massima temperatura di esercizio.

La prova sarà ritenuta positiva se non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tuba
conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente
d'acqua.

72.8.4 Prova di erogazione di acqua fredda

La prova di erogazione di acqua fredda (UNI 9182, punto 26.2.4) ha lo scopo di accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazio quelle previste nel calcolo per una durata minima di 30 minuti consecutivi.
La prova di erogazione si ritiene superata se, per il periodo prefissato, il flusso dell'acqua da ogni er rimane entro il valore di calcolo con una tolleranza del 10%.

72.8.5 Prova di erogazione di acqua calda

La prova di erogazione di acqua calda (UNI 9182, punto 26.2.5) deve essere eseguita nelle seguenti condizioni di funzionamento:
- durata minima 60 minuti;
- apertura contemporanea di tutti i rubinetti o bocche di erogazione previste nel calcolo meno una.

La prova sarà ritenuta positiva se l'acqua calda viene erogata sempre alla stessa temperatura ammettendo una tolleranza del 10% rispetto alla temperatura prevista, dopo l'erogazione di 1,5 lit tolleranza di 1°C.

72.8.6 Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

La prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria consiste nel controllo della tenuta dei sif apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente u di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

72.8.7 Misura del livello del rumore

La misura del livello del rumore (UNI 9182, punto 22) deve essere effettuata nel rispetto del D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:
- 35 dB(A) LAmax con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- 25 dB(A) LAeq per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

Art. 73. Impianti di adduzione del gas

73.1 Generalità

Il dimensionamento delle tubazioni e degli eventuali riduttori di pressione deve essere tale da g corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione. L'impianto interno e i materiali impiegati essere conformi alla legislazione tecnica vigente.
Possono essere utilizzati esclusivamente tubi idonei. Sono considerati tali quelli risponden caratteristiche di seguito indicate e realizzati in acciaio, in rame o in polietilene.

73.2 Norme di riferimento

73.2.1 Impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione

UNI 7128 – *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Termini e definizioni* ;
UNI 7129-1 *Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 1: Impianto interno* ;

UNI 7129-2 *Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 2: Installazione degli apparecchi di utilizzazione, ventilazione e aerazione dei locali di installazione* ;
UNI 7129-3 *Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 3: Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione* ;
UNI 7129-4 *Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 4: Messa in servizio degli impianti/apparecchi* ;
UNI 10738 – *Impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico preesistenti alla data 13 marzo 1990. Linee guida per la verifica delle caratteristiche funzionali* ;
UNI 10435 – *Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione* ;
UNI 7140 – *Apparecchi a gas per uso domestico. Tubi flessibili non metallici per allacciamento* ;
UNI EN 1775 – *Trasporto e distribuzione di gas. Tubazioni di gas negli edifici. Pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar. Raccomandazioni funzionali* ;
UNI 9165 – *Reti di distribuzione del gas. Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar. Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento* ;
UNI 10642 *Apparecchi a gas. Classificazione in funzione del metodo di prelievo dell'aria comburente e di scarico dei prodotti a combustione* .

73.2.2 Dispositivi di sorveglianza di fiamma. Termostati
UNI EN 125 – *Dispositivi di sorveglianza di fiamma per apparecchi utilizzatori a gas. Dispositivi termoelettrici di sicurezza all'accensione e allo spegnimento* ;
UNI EN 257 – *Termostati meccanici per apparecchi utilizzatori a gas* ;

73.2.3 Condotte di distribuzione del gas. Tubi. Impianti di derivazione di utenza del gas
D.M. 16 aprile 2008 – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8* ;
D.M. 17 aprile 2008 – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8* ;
UNI 9034 – *Condotte di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minore/uguale 5 bar. Materiali e sistemi di giunzione* ;
UNI 9165 – *Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi* ;
UNI EN 969 – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova* ;
UNI EN 1057 – *Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento* ;
UNI 9860 – *Impianti di derivazione di utenza del gas. Progettazione, costruzione e collaudo* .

73.2.4 Impianti a gas GPL
UNI 7131 – *Impianti a GPL per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione, esercizio e manutenzione* .

73.3 Tubazioni

73.3.1 Tubi di acciaio
I tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devon
caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalla norma UNI EN 10255 – *Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura* .

I tubi in acciaio con saldatura longitudinale, se interrati, devono avere caratteristiche qualit dimensionali non inferiori a quelle indicate dalle norme:
UNI EN 10208-1 *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A*;
UNI EN 10208-2 *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B*.

73.3.2 Tubi di rame

I tubi di rame, da utilizzare esclusivamente per le condotte del gas della VII specie (pressione d non superiore a 0,04 bar) devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori c indicate dalla norma UNI EN 1057.
Nel caso di interramento lo spessore non può essere minore di 2 mm.

73.3.3 Tubi in polietilene per impianto interno di distribuzione gas

I tubi in polietilene per le tubazioni interrate per la distribuzione del gas devono avere lo spessore 3 mm e rispondere alle caratteristiche delle norme:
UNI EN 1555-1 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 1: Generalità*;
UNI EN 1555-2 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 2: Tubi*;
UNI EN 1555-3 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 3: Raccordi*;
UNI EN 1555-4 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 4: Valvole*;
UNI EN 1555-5 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema*;
UNI CEN/TS 1555-7 *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità*.

73.3.3.1 Marcatura

I tubi in polietilene per gli impianti a gas devono essere contraddistinti da marcatura comprendente
- l'indicazione del materiale e della classe;
- l'indicazione del tipo;
- il valore del diametro esterno;
- l'indicazione della serie di spessore;
- il marchio di fabbrica;
- l'iscrizione GAS;
- il codice riguardante il nome commerciale e il produttore.

La marcatura deve essere indelebile e continua, svilupparsi su almeno due generatrici diamet opposte del tubo e ripetersi con intervalli non maggiori di 100 cm. Per i tubi neri la marcatura deve colore giallo. L'altezza dei caratteri deve essere in funzione del diametro del tubo, e non minore di

73.4 Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole

73.4.1 Tubazioni in acciaio

Le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettatura, o a saldatura di testa per fusione.

Per la tenuta delle giunzioni filettate, possono essere impiegati specifici composti di tenuta non
(UNI EN 751-1) eventualmente accompagnati da fibra di supporto specificata dal produttore (canap
fibra sintetica, ecc.) o nastri di fibra sintetica non tessuta impregnati di composto di tenuta (UNI EN 751-2).
Possono essere impiegati anche nastri di PTFE sinterizzato, conformi alla norma UNI EN 751-3.
È vietato l'impiego di fibre di canapa su filettature di tubazioni convoglianti gas o aria.
È vietato l'impiego di biacca, minio o materiali simili.
Tutti i raccordi e i pezzi speciali devono essere di acciaio oppure di ghisa malleabile. I raccordi d
devono avere estremità filettate (UNI EN 10242) o saldate (UNI EN 10253-1). I raccordi di ghisa malleabile
devono avere estremità unicamente filettate (UNI EN 10242).
I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili)
essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla norma UNI EN 331.
Essi devono risultare di facile manovra e manutenzione. Le posizioni di aperto/chiuso devono
chiaramente rilevabili.

73.4.2 Tubazioni in rame

Per le tubazioni in rame si applicano le seguenti prescrizioni:
- le giunzioni dei tubi possono essere realizzate mediante giunzione capillare con brasatura dolc
(UNI EN ISO 4063) per mezzo di raccordi conformi alla norma UNI EN 1254-1, ed esclusivamente
mediante brasatura forte per mezzo di raccordi conformi alla norma UNI EN 1254-5. I raccordi e i pezzi
speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo;
- le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio, e anche quelle per il collegamento di rub
raccordi portagomma e altri accessori, devono essere realizzate con raccordi misti (a giunzione ca
meccanici sul lato tubo di rame e filettati sull'altro lato), secondo la norma UNI EN 1254-4.
I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili)
essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla norma UNI EN 331.

73.4.3 Tubazioni in polietilene

I raccordi e i pezzi speciali dei tubi di polietilene devono essere anch'essi in polietilene, e confo
norma UNI EN 1555-3.
Per le tubazioni in polietilene si applicano le seguenti prescrizioni:
- i raccordi e i pezzi speciali delle tubazioni di polietilene devono essere anch'essi di polietilene, se
norma UNI EN 1555-3. Le giunzioni possono essere realizzate mediante saldatura per elettrofusi
secondo la norma UNI 10521, o, in alternativa, mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di eler
riscaldanti, secondo la norma UNI 10520.
- le giunzioni miste, tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante un
speciale polietilene-metallo, avente estremità idonee per saldatura sul lato polietilene e per giunzio
o saldata sul lato metallo. In nessun caso tale raccordo speciale può sostituire il giunto dielettrico;
- le valvole per tubi di polietilene possono essere, oltre che dello stesso polietilene, anche con i
ottone, di bronzo o di acciaio. In particolare, la sezione libera di passaggio non deve essere minore
di quella del tubo.
Nei cambiamenti di direzione delle tubazioni in polietilene, il raggio di curvatura non deve essere m
venti volte il diametro del tubo stesso.
I rubinetti per le tubazioni in polietilene devono essere conformi alla norma UNI EN 331.

73.5 Posa in opera

Il percorso tra il punto di consegna e gli apparecchi utilizzatori deve essere il più breve possib
ammesso:
– all'esterno dei fabbricati:
- interrato;
- in vista;

- in canaletta;
–all'interno dei fabbricati:
- in appositi alloggiamenti, in caso di edifici o locali destinati ad uso civile o ad attività soggette ai
dei vigili del fuoco;
- in guaina d'acciaio in caso di attraversamento di locali non ricompresi nei punti precedenti, di
permanentemente aerati, di intercapedini, a condizione che il percorso sia ispezionabile.
Nei locali di installazione degli apparecchi il percorso delle tubazioni è consentito in vista.
Per le installazioni a servizio di locali o edifici adibiti ad attività industriali, si applicano le dispo
previste dalle seguenti norme:
D.M. 16 aprile 2008 – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8* ;
D.M. 17 aprile 2008 – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8* .

73.5.1 Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati

73.5.1.1 Posa in opera interrata

Tutti i tratti interrati di tubazioni di acciaio devono essere provvisti di un adeguato rivestimento p
contro la corrosione (secondo le norme UNI ISO 5256, UNI 9099 e UNI 10191) e isolati, mediante giunti
isolanti monoblocco (secondo le norme UNI 10284 e UNI 10285) da collocarsi fuori terra, in prossimità
della risalita della tubazione.
Analogamente i tratti interrati di tubazioni di rame devono avere rivestimento protettivo rispond
prescrizioni della norma UNI 10823.
I tratti di tubazione privi del rivestimento protettivo contro la corrosione, posti in corrispond
giunzioni, curve, pezzi speciali, ecc., devono essere, prima della posa, accuratamente fasciati co
nastri dichiarati idonei allo scopo dal produttore.
Le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ric
altri 100 mm, con sabbia dello stesso tipo.
È, inoltre, necessario prevedere, ad almeno 300 mm sopra le tubazioni, la posa di nastro di avver
colore giallo segnale. Subito dopo l'uscita fuori terra, la tubazione deve essere segnalata con il col
segnale per almeno 70 mm.

73.5.1.2 Posa in opera in vista

Le tubazioni installate in vista devono essere adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, v
oscillazioni. Esse devono essere collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiament
necessario, adeguatamente protette.
Le tubazioni di gas di densità non superiore a 0,8 kg/m^3 devono essere contraddistinte con il colore giallo,
continuo o in bande da 20 cm, poste ad una distanza massima di 1 m l'una dall'altra. Le altre tubazi
devono essere contraddistinte con il colore giallo, a bande alternate da 20 cm di colore arancione.
All'interno dei locali serviti dagli apparecchi le tubazioni non devono presentare giunti meccanici.

73.5.1.3 Posa in opera in canaletta

Le canalette per la posa in opera di tubazioni devono essere:
- ricavate nell'estradosso delle pareti;
- rese stagne verso l'interno delle pareti nelle quali sono ricavate mediante idonea rinzaffatura di
cemento;
- nel caso siano chiuse, dotate di almeno due aperture di ventilazione verso l'esterno di almeno
cadauna, poste nella parte alta e nella parte bassa della canaletta. L'apertura alla quota più bassa d
provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità superiore a 0,8 kg/m^3, deve essere ubicata a
quota superiore del piano di campagna;

- ad esclusivo servizio dell'impianto.

73.5.2 Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati

73.5.2.1 Posa in opera in appositi alloggiamenti

L'installazione in appositi alloggiamenti è consentita a condizione che:
- gli alloggiamenti siano realizzati in materiale incombustibile, di resistenza al fuoco pari a quella per le pareti del locale o del compartimento attraversato, e in ogni caso non inferiore a 30;
- le canalizzazioni non presentino giunti meccanici all'interno degli alloggiamenti non ispezionabili;
- le pareti degli alloggiamenti siano impermeabili ai gas;
- siano ad esclusivo servizio dell'impianto interno;
- gli alloggiamenti siano permanentemente aerati verso l'esterno con apertura alle due estremità. di aerazione alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas c maggiore di 0,8, deve essere ubicata a quota superiore al piano di campagna, ad una distanza orizzontalmente di almeno 10 m da altre aperture alla stessa quota o a una quota inferiore.

73.5.2.2 Posa in opera in guaina

Le guaine da collocare a vista devono essere:
- di acciaio di spessore minimo di 2 mm e di diametro superiore di almeno 2 cm a quello della tub gas;
- dotate di almeno uno sfiato verso l'esterno. Nel caso una estremità della guaina sia attestata vers questa dovrà essere resa stagna verso l'interno tramite sigillatura in materiale incombustibile.

Le tubazioni non devono presentare giunti meccanici all'interno delle guaine.
Sono consentite guaine metalliche o di plastica, non propagante la fiamma, nell'attraversamento solai esterni.
Nell'attraversamento di elementi portanti orizzontali, il tubo deve essere protetto da una guaina almeno 20 mm dal pavimento e l'intercapedine fra il tubo e il tubo guaina deve essere sigillata cor adatti (ad esempio asfalto, cemento plastico e simili). È vietato tassativamente l'impiego di gesso.
Nel caso di androni fuori terra e non sovrastanti piani cantinati, è ammessa la posa in opera delle sotto pavimento a condizione che siano protette da una guaina corredata di sfiati alle estrem l'esterno.
Nel caso di intercapedini superiormente ventilate e attestate su spazio scoperto, non è richiesta opera in guaina, purché le tubazioni siano in acciaio con giunzioni saldate.

73.5.3 Particolarità costruttive e divieti

L'appaltatore nella realizzazione degli impianti di distribuzione del gas, deve rispettare le s prescrizioni:
- le tubazioni devono essere protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non danneggiamenti dovuti ad urti;
- è vietato l'uso delle tubazioni del gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di prot impianti e apparecchiature elettriche, telefono compreso;
- è vietata la collocazione delle tubazioni nelle canne fumarie, nei vani e cunicoli destinati a contene elettrici, telefonici, ascensori o per lo scarico delle immondizie;
- eventuali riduttori di pressione o prese libere dell'impianto interno devono essere collocati all'este edifici o, nel caso delle prese libere, anche all'interno dei locali, se destinati esclusivamente all'inst degli apparecchi. Le prese devono essere chiuse o con tappi filettati o con sistemi equivalenti;
- è vietato l'utilizzo di tubi, rubinetti, accessori ecc., rimossi da altro impianto già funzionante;
- all'esterno dei locali di installazione degli apparecchi deve essere installata, sulla tubazione di a del gas, in posizione visibile e facilmente raggiungibile, una valvola di intercettazione manuale con a chiusura rapida per rotazione di 90° e arresti di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto

- per il collegamento dell'impianto interno finale e iniziale (se alimentato tramite contatore), devo utilizzati tubi metallici flessibili continui;
- nell'attraversamento di muri, la tubazione non deve presentare giunzioni o saldature e deve esse da guaina murata con malta di cemento. Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercap guaina e tubazione gas deve essere sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte in locale, assicurando comunque il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno verso l'esterno;
- è vietato l'attraversamento di giunti sismici;
- le condotte, comunque installate, devono distare almeno 2 cm dal rivestimento della parete esterno del solaio;
- fra le condotte e i cavi o tubi di altri servizi deve essere adottata una distanza minima di 10 cm. incrocio, quando tale distanza minima non possa essere rispettata, deve comunque essere evitato diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettr resistenza meccanica. Qualora nell'incrocio il tubo del gas sia sottostante a quello dell'acqua, es essere protetto con opportuna guaina impermeabile in materiale incombustibile o non propagante la
- è vietato collocare tubi del gas a contatto con tubazioni di adduzione dell'acqua. In prossimità de il tubo del gas deve essere protetto con apposita guaina impermeabile e incombustibile.

Per altri riferimenti, si rimanda alle prescrizioni della norma UNI 7129 (varie parti)

73.6 Gruppo di misurazione. Contatore

Il contatore del gas può essere installato:
- all'esterno in contenitore (armadio) o nicchia aerati;
- all'interno in locale o in una nicchia, entrambi aerati direttamente dall'esterno.

73.7 Prova di tenuta idraulica

La prova di tenuta idraulica UNI (7129 varie parti) deve essere eseguita dal direttore dei lavori prima mettere in servizio l'impianto interno di distribuzione del gas e di collegarlo al punto di consegna, al contatore e agli apparecchi dell'impianto non in vista. La prova di tenuta idraulica deve essere prima della copertura della tubazione utilizzatori.

La prova dei tronchi in guaina contenenti giunzioni saldate deve essere eseguita prima del collegar condotte di impianto.

In caso di perdite, le parti difettose dell'impianto di distribuzione del gas devono essere sosti guarnizioni rifatte; successivamente, dovrà essere ripetuta la prova di tenuta idraulica.

All'appaltatore è vietata la riparazione delle parti difettose con mastici o altri accorgimenti.

73.8 Sistemi di sicurezza

73.8.1 Definizioni

In merito ai sistemi di sicurezza si ritengono utili le seguenti definizioni.

RIVELATORE DI GAS (RG)

Dispositivo costituito da almeno un elemento sensore atto a rivelare una determinata concentrazion aria, da un dispositivo atto a generare il segnale d'allarme, e da elementi per il comando a distan dispositivi. Il rilevatore di gas può contenere l'alimentatore. Quando il rivelatore di gas non è dire alimentato dalla rete di pubblica distribuzione dell'energia elettrica tramite alimentatore incorpo costruttore deve specificare l'alimentatore esterno da impiegare, e indicarne tutte le caratteristic individuarlo (UNI CEI 70028)

APPARECCHIO DI UTILIZZAZIONE A GAS

Complesso fornito di uno o più bruciatori muniti dei rispettivi organi di regolazione.

SISTEMA DI RILEVAMENTO GAS (SRG)

Insieme composto dal rivelatore di gas, dal relativo alimentatore e da tutti i dispositivi supplementa
come, ad esempio, allarmi ottici o acustici lontani, ed elementi attuatori per l'elettrovalvola (UNI CEI 70028).

ORGANO DI INTERCETTAZIONE

Dispositivo atto ad interrompere l'afflusso del gas in una conduttura, in seguito a segnale di c
emesso dal sistema di rilevamento gas (SRG).

LIMITE INFERIORE DI ESPLOSIVITÀ (LIE)

Minima concentrazione di gas, espressa come percentuale in volume di gas nella miscela aria-gas,
della quale, anche in presenza di un innesco, non si ha propagazione della fiamma (UNI CEI 70028).

SEGNALE DI ALLARME

Segnale ottico, acustico ed elettrico, emesso dal rivelatore per indicare una concentrazione di g
maggiore di una soglia di intervento prestabilita (UNI CEI 70028).

SEGNALE DI GUASTO

Segnale ottico o acustico atto ad indicare una condizione di difetto o guasto del rivelatore (RG) (UNI
CEI 70028).
I rivelatori di gas che possono installarsi sono dei seguenti tipi:
- sensori ad infrarosso, spettrometri, gas-cromatografi;
- tubi di rilevazione, basati sul cambiamento di colore provocato dalla reazione chimica fra il g
contenuto del tubo;
- sensore catalitico, che basa il suo funzionamento sulla variazione di temperatura prodott
combustione catalitica di un rivelatore a filo di platino;
- sensore a semiconduttore, ovvero un semiconduttore sintetizzato, di tipo N, composto per la ma
da ossidi, che viene mantenuto ad una temperatura di circa 450°C da un elemento riscaldante. S
viene assorbito, si produce uno scambio elettronico e una conseguente variazione nella resistenza
del semiconduttore.
In assenza di specifiche indicazioni circa le caratteristiche dei rilevatori di gas del progetto e
dell'impianto, l'appaltatore si uniformerà alle indicazioni impartite dalla direzione dei lavori.
Per i criteri di installazione e i requisiti di accettazione si rimanda alle Norme UNI CEI 70028 e al C.M. 8
agosto 1996, n. 162429.

73.8.2 Criteri tecnici di riferimento per l'installazione

Per i criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale per uso domestico o similare, si fa riferimento
alla norma UNI CEI 70028.

73.8.2.1 Criteri generali

Qualora installato, il rivelatore di gas (RG) dovrà essere posizionato nei locali in cui sono previsti uno o p
apparecchi utilizzatori del gas combustibile. L'installazione del rivelatore di gas e degli organi di
intercettazione non deve alterare le condizioni di sicurezza dell'impianto interno, né il c
funzionamento degli apparecchi utilizzatori del gas combustibile. Quando un rivelatore di gas viene
in luoghi o ambienti in cui esista un locale presidiato, esso deve essere dotato di ripetizione dei se
e acustici in tale locale. Il rivelatore di gas deve essere opportunamente collocato lontano da s
calore. Il collegamento fra i vari elementi di un sistema di rilevamento gas deve essere realizzato
istruzioni fornite dal costruttore, e tale da realizzare un sistema conforme alla norma UNI CEI 70028. Nel
caso in cui più apparecchi utilizzatori siano collocati in ambienti diversi, ogni ambiente potrà essere
da uno o più rivelatori di gas collegati all'organo di intercettazione di cui al successivo punto.

intercettazione collegato al sistema di rilevamento gas (GAS) deve essere a riarmo manuale e installato possibilmente a valle del punto di ingresso della conduttura del gas dell'ambiente controllato all'esterno, e di conseguenza adeguatamente protetto dagli agenti atmosferici.

73.8.2.2 Criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale (metano)

Il rivelatore di gas va installato al di sopra del livello della possibile fuga di gas a circa 300 mm da in una posizione dove i movimenti dell'aria non siano impediti.
Il posizionamento del regolatore di gas non deve essere troppo vicino alle aperture o ai co ventilazione, poiché il flusso d'aria nei loro pressi può essere intenso e diminuire localme concentrazione dei gas.
Il rivelatore di gas non va installato al di sopra o presso le apparecchiature a gas, poiché piccoli rila potrebbero venire all'atto dell'accensione, causando falsi allarmi.
Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparec previste dalle norme specifiche.

73.8.2.3 Criteri di installazione dei rivelatori di GPL (gas di petrolio liquido)

Il rivelatore di gas deve essere montato su una parete liscia ad una altezza sul pavimento di circa ad una distanza di non più di 4 m dalla apparecchiatura più usata. Il sito va protetto dagli urti e d'acqua durante le normali operazioni, quali, ad esempio, quelle di pulizia.
Il rivelatore di gas non va installato:
- in uno spazio chiuso (ad esempio, in un mobile o dietro un tendaggio);
- direttamente sopra un lavandino;
- vicino ad una porta o una finestra;
- vicino ad un ventilatore estrattore d'aria;
- in una zona dove la temperatura è al di fuori dei limiti previsti dal produttore;
- dove sporcizia e polvere possono intasare il sensore.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparec previste dalle norme specifiche.

73.9 Conformità degli apparecchi a gas

Per gli apparecchi a gas si farà riferimento al D.P.R. 15 novembre 1996, n. 661. Secondo l'art. decreto i metodi per attestare la conformità degli apparecchi fabbricati in serie sono i seguenti:
– l'esame CE del tipo previsto all'allegato II, punto 1;
– prima dell'immissione in commercio, a scelta del fabbricante:
- la dichiarazione CE di conformità al tipo, prevista dall'allegato II, punto 2;
- la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità della produzione, prevista dall'alle II, punto 3;
- la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità del prodotto, prevista dall'allegat punto 4;
- la verifica CE prevista dall'allegato II, punto 5.

Ogni dispositivo deve essere accompagnato da una dichiarazione del fabbricante che attesti la conf dispositivo alle disposizioni del regolamento ad esso applicabili, nonché le caratteristiche e le cond montaggio o d'inserimento in un apparecchio, in modo che risulti garantito il rispetto dei requisiti e richiesti per gli apparecchi completi.

Art. 74. Impianti termici

74.1 Generalità

Gli impianti termici possono essere alimentati a:
- combustibili gassosi (D.M. 12 aprile 1996);
- combustibili liquidi (D.M. 28 aprile 2005).

Alcuni aspetti significativi di tali decreti saranno trattati di seguito.
La centrale termica dovrà rispettare le indicazioni delle norme suddette.

74.2 Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi

Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi sono impianti di nuova realizzazione, e rispettare le prescrizioni del D.M. 12 aprile 1996. Il decreto riguarda la progettazione, la costr l'esercizio dei sottoelencati impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 3 (convenzionalmente, tale valore è assunto corrispondente al valore di 30.000 kCal/h indicato nelle disposizioni), alimentati da combustibili gassosi alla pressione massima di 0,5 bar:
- climatizzazione di edifici e ambienti;
- produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore;
- forni da pane e altri laboratori artigiani;
- lavaggio biancheria e sterilizzazione;
- cucine e lavaggio stoviglie.

Più apparecchi termici alimentati a gas, di seguito denominati *apparecchi*, installati nello stesso locale o in locali direttamente comunicanti, sono considerati come facenti parte di un unico impianto, di portat pari alla somma delle portate termiche dei singoli apparecchi. All'interno di una singola unità imm adibita ad uso abitativo, ai fini del calcolo della portata termica complessiva, non concorrono gli ap domestici di portata termica singola non superiore a 35 kW, quali gli apparecchi di cottura alimenti, i caminetti, i radiatori individuali, gli scaldacqua unifamiliari, gli scaldabagno e i lavabiancheria.

74.2.1 Termini, definizioni e tolleranze dimensionali

Ai fini delle presenti disposizioni si applicano i termini, le definizioni e le tolleranze dimensionali ap con il D.M. 30 novembre 1983. Inoltre, si definiscono:
– apparecchio di tipo A: apparecchio previsto per non essere collegato ad un condotto o ad unc dispositivo per l'evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno del locale di installazione;
– apparecchio di tipo B: apparecchio previsto per essere collegato ad un condotto o ad un dispo evacuazione dei prodotti della combustione verso l'esterno. L'aria comburente è prelevata dire dall'ambiente dove l'apparecchio è collocato;
– apparecchio di tipo C: apparecchio con circuito di combustione a tenuta, che consente l'alimenta aria comburente al bruciatore con prelievo diretto dall'esterno e contemporaneamente assicura l'eva diretta all'esterno di prodotti della combustione;
– condotte aerotermiche: condotte per il trasporto di aria trattata e/o per la ripresa dell'aria degli serviti e/o dell'aria esterna da un generatore d'aria calda;
– condotte del gas: insieme di tubi, curve, raccordi e accessori uniti fra loro per la distribuzione de condotte oggetto della presente regola tecnica sono comprese in una dalle seguenti specie de decreti:
- D.M. 16 aprile 2008 – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8* ;
- D.M. 17 aprile 2008 – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8* .

– gas combustibile: ogni combustibile che è allo stato gassoso alla temperatura di 15°C e alla p assoluta di 1013 mar, come definito nella norma UNI EN 437;
– generatore di aria calda a scambio diretto: apparecchio destinato al riscaldamento dell'aria m produzione di calore in una camera di combustione con scambio termico attraverso pareti dello sca senza fluido intermediario, in cui il flusso dell'aria è mantenuto da uno o più ventilatori;
– impianto interno: complesso delle condotte compreso tra il punto di consegna del gas e gli a utilizzatori (questi esclusi);
– impianto termico: complesso dell'impianto interno, degli apparecchi e degli eventuali accessori d alla produzione di calore;

– modulo a tubo radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione per irraggiamento, costituito da una unità monoblocco composta dal tubo o dal circuito ra dall'eventuale riflettore e relative staffe di supporto, dall'eventuale scambiatore, dal bruciato ventilatore, dai dispositivi di sicurezza, dal pannello di programmazione e controllo, dal program dagli accessori relativi;
– locale esterno: locale ubicato su spazio scoperto, anche in adiacenza all'edificio servito, strutturalmente separato e privo di pareti comuni. Sono considerati locali esterni anche quelli ubi copertura piana dell'edificio servito, purché privo di pareti comuni;
– locale fuori terra: locale il cui piano di calpestio è a quota non inferiore a quello del piano di riferim
– locale interrato: locale in cui l'intradosso del solaio di copertura è a quota inferiore a + 0,6 m al del piano di riferimento;
– locale seminterrato: locale che non è definibile né fuori terra né interrato;
– piano di riferimento: piano della strada pubblica o privata o dello spazio scoperto sul quale è at parete nella quale sono realizzate le aperture di aerazione;
– portata termica nominale: quantità di energia termica assorbita nell'unità di tempo dall'appa dichiarata dal costruttore, espressa in kilowatt (kW);
– pressione massima di esercizio: pressione massima relativa del combustibile gassoso alla quale esercito l'impianto interno;
– punto di consegna del gas: punto di consegna del combustibile gassoso individuato in corrisponde
- del raccordo di uscita del gruppo di misurazione;
- del raccordo di uscita della valvola di intercettazione, che delimita la porzione di impianto di dell'utente, nel caso di assenza del gruppo di misurazione;
- del raccordo di uscita del riduttore di pressione della fase gassosa nel caso di alimentazione da se
– serranda tagliafuoco: dispositivo di otturazione ad azionamento automatico destinato ad interro flusso dell'aria nelle condotte aerotermiche ed a garantire la compartimentazione antincendio per u prestabilito;
– nastro radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione di c irraggiamento, costituito da una unità termica e da un circuito di condotte radianti per la distribuz calore stesso.
L'unità termica è composta da un bruciatore, da un ventilatore-aspiratore, da una camera di combu una camera di ricircolo, dal condotto di espulsione fumi, dai dispositivi di controllo e sicurez pressostato differenziale ed eventualmente dal termostato di sicurezza positiva a riarmo manuale.
Le condotte radianti, la cui temperatura superficiale massima deve essere minore di 300°C, devo realizzate con materiale resistente alle alte temperature e isolate termicamente nella parte superior e devono essere a tenuta ed esercite costantemente in depressione.
Tali condotte aerotermiche sono parte integrante dell'apparecchio.

74.2.2I locali di installazione

Riguardo ai locali di installazione degli apparecchi per il riscaldamento, il D.M. 12 aprile 1996 de (figura 81.1):
- locale esterno: locale ubicato su spazio scoperto, anche in adiacenza all'edificio servito, strutturalmente separato e privo di pareti comuni. Sono considerati locali esterni anche quelli ubi copertura piana dell'edificio servito, purché privo di pareti comuni;
- locale fuori terra: locale il cui piano di calpestio è a quota non inferiore a quello del piano di riferim
- locale interrato: locale in cui l'intradosso del solaio di copertura è a quota inferiore a + 0,6 m al di piano di riferimento;
- locale seminterrato: locale che non è definibile né fuori terra né interrato;
- piano di riferimento: piano della strada pubblica o privata o dello spazio scoperto sul quale è at parete nella quale sono realizzate le aperture di aerazione.

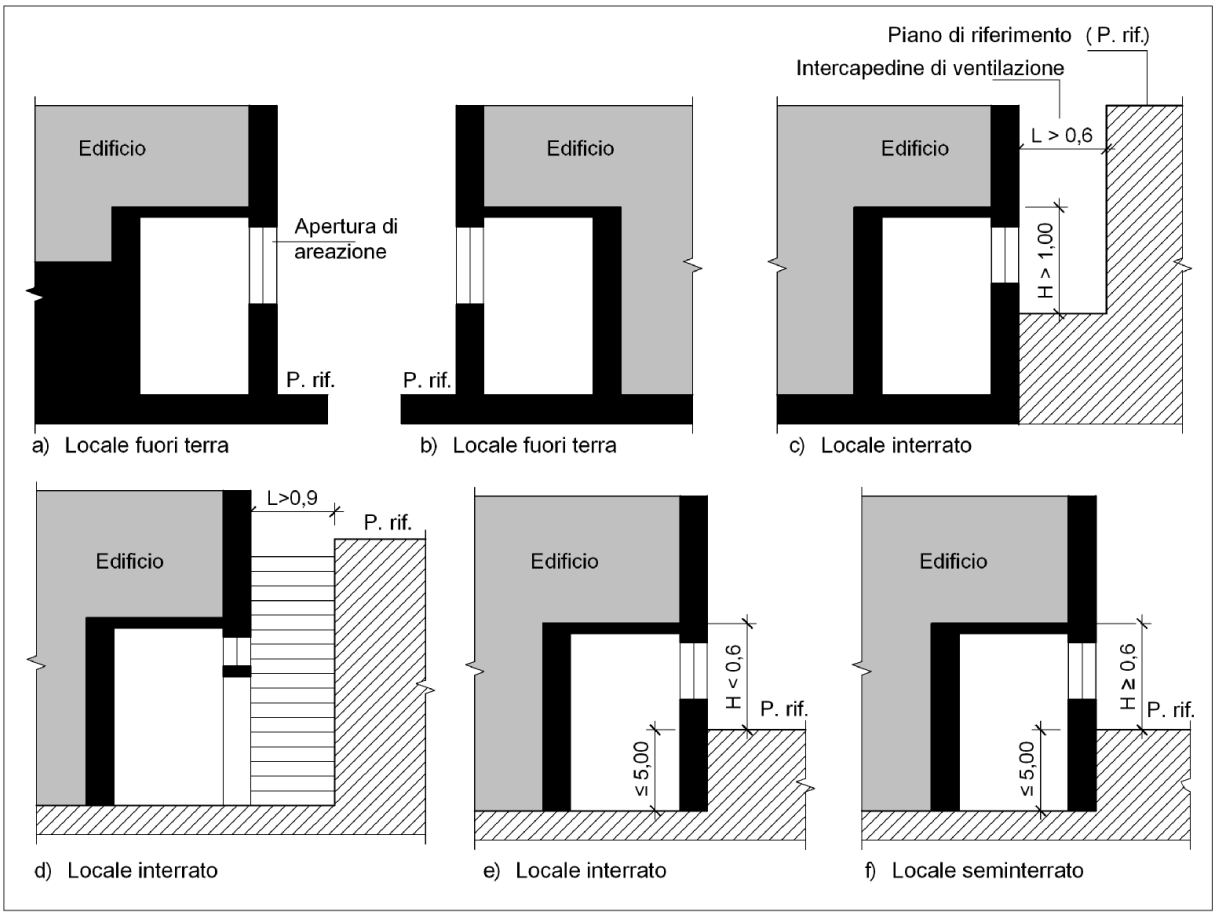


Figura 81.1 - Locali di installazione degli apparecchi degli impianti termici secondo il D.M. 12 ap
1996

74.2.3 I luoghi di installazione degli apparecchi

Gli apparecchi per la climatizzazione possono essere installati:
- all'aperto;
- in locali esterni;
- in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito.

Gli apparecchi, in ogni caso, devono essere installati in modo tale da non essere esposti a manomissioni.

74.2.3.1 L'installazione degli apparecchi all'aperto

Gli apparecchi installati all'aperto devono essere costruiti per tale tipo di installazione.
È ammessa l'installazione in adiacenza alle pareti dell'edificio servito alle seguenti condizioni:
- la parete deve possedere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno EI 30, ed essere realizzata con materiale di classe 0 di reazione al fuoco, nonché essere priva di aperture nella zona che si estende dall'apparecchio, per almeno 0,50 m lateralmente e 1 m superiormente (figura 81.2).

Qualora la parete non soddisfi in tutto o in parte tali requisiti, gli apparecchi devono distare non me m dalle pareti degli edifici, oppure deve essere interposta una struttura di caratteristiche non infe 120 di dimensioni superiori di almeno 0,50 m della proiezione retta dell'apparecchio lateralmente superiormente.

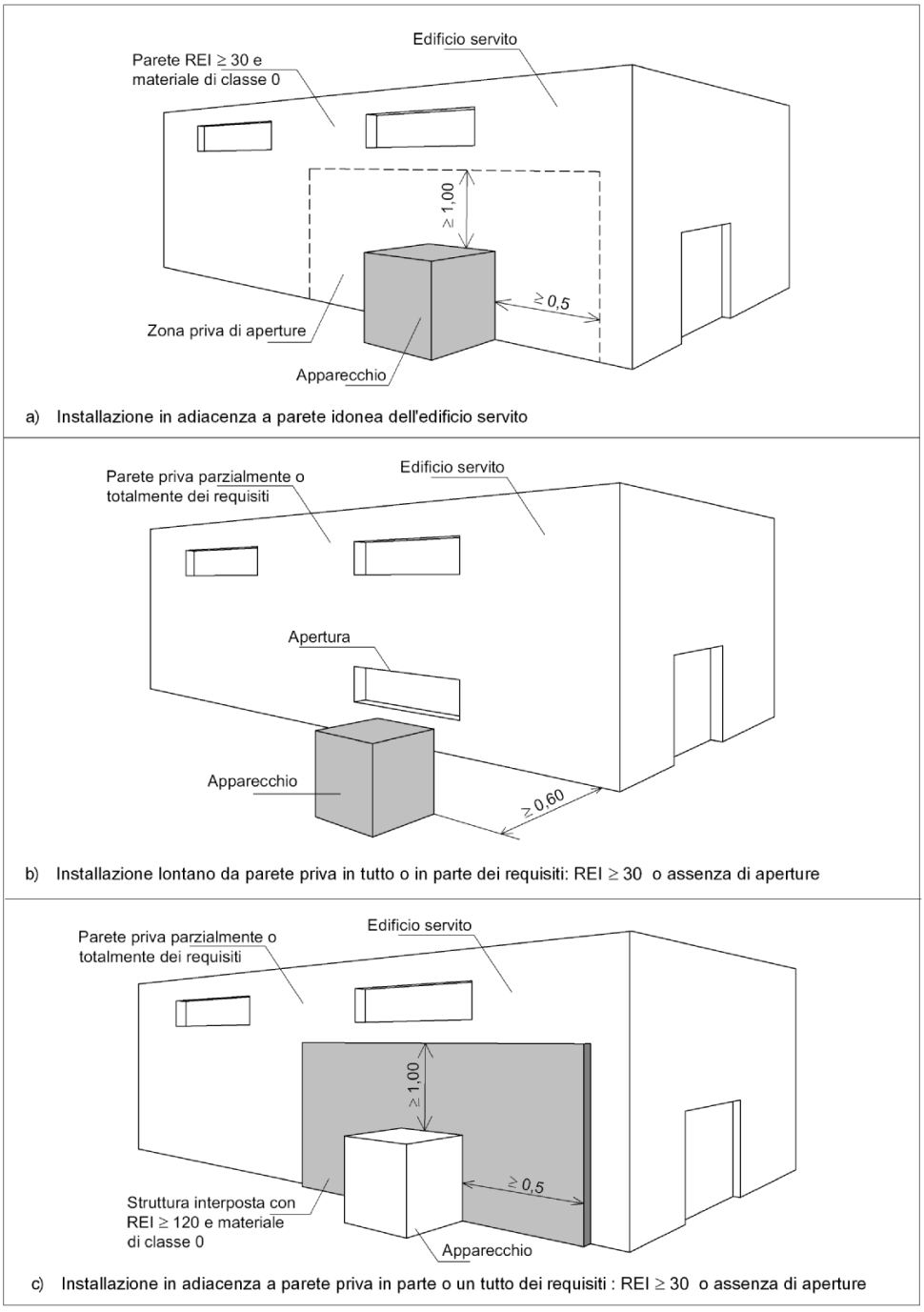


Figura 81.2 - Installazione degli apparecchi all'aperto

74.2.3.2Le limitazioni per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

Gli apparecchi con portata termica superiore a 116 kW devono distare non meno di 5 m da (fig. 81.
- cavità o depressioni, poste al piano di installazione degli apparecchi;
- aperture comunicanti con locali sul piano di posa degli apparecchi o con canalizzazioni drenanti.

Tale distanza può essere ridotta del 50% per gli apparecchi di portata termica inferiore a 116 kW.
Le distanze sono meglio riassunte qui di seguito.

$R \geq 2{,}50$ m per apparecchi con portata termica Q ≤ 116 kW
$R \geq 5{,}00$ m per apparecchi con portata termica Q > 116 kW

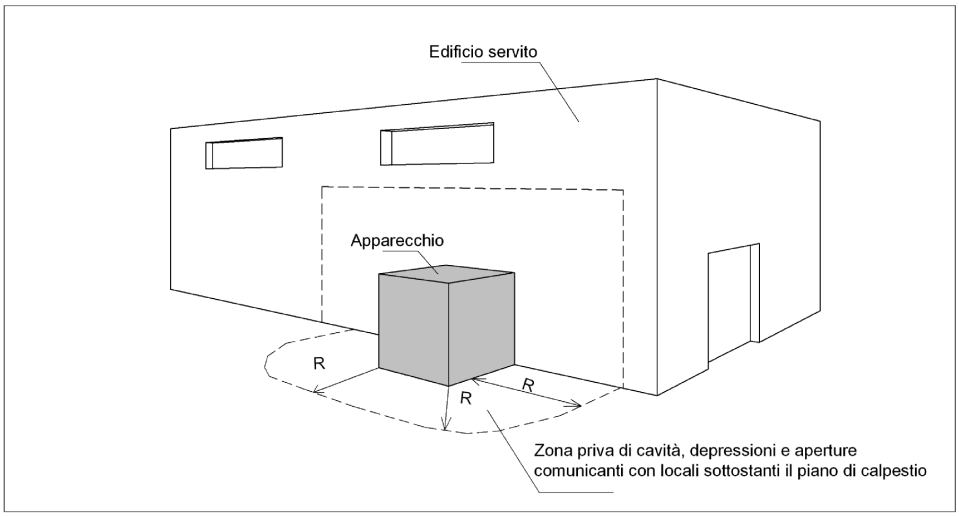


Figura 81.3 - Distanze da rispettare per l'installazione all'aperto degli apparecchi alimentati co
densità maggiore di 0,8

74.2.3.3 L'installazione in locali esterni

I locali esterni devono essere ad uso esclusivo, realizzati in materiali di classe 0 di reazione al fuoc
in spazio scoperto (figura 81.4), in adiacenza alla parete esterna dell'edificio servito, purché c
caratteristiche non inferiori a EI 30 e materiale di classe 0 di reazione al fuoco e assenza di aperture. Qu
la parete non soddisfa in tutto o in parte i requisiti richiesti, il locale può essere:
– ubicato lontano dall'edificio servito e a distanza non inferiore a 0,60 m;
– in adiacenza alla parete, previa interposizione di una struttura con le seguenti caratteristiche:
- non inferiore a REI 120;
- di dimensioni maggiori di 0,5 m lateralmente e di 1 m superiormente.

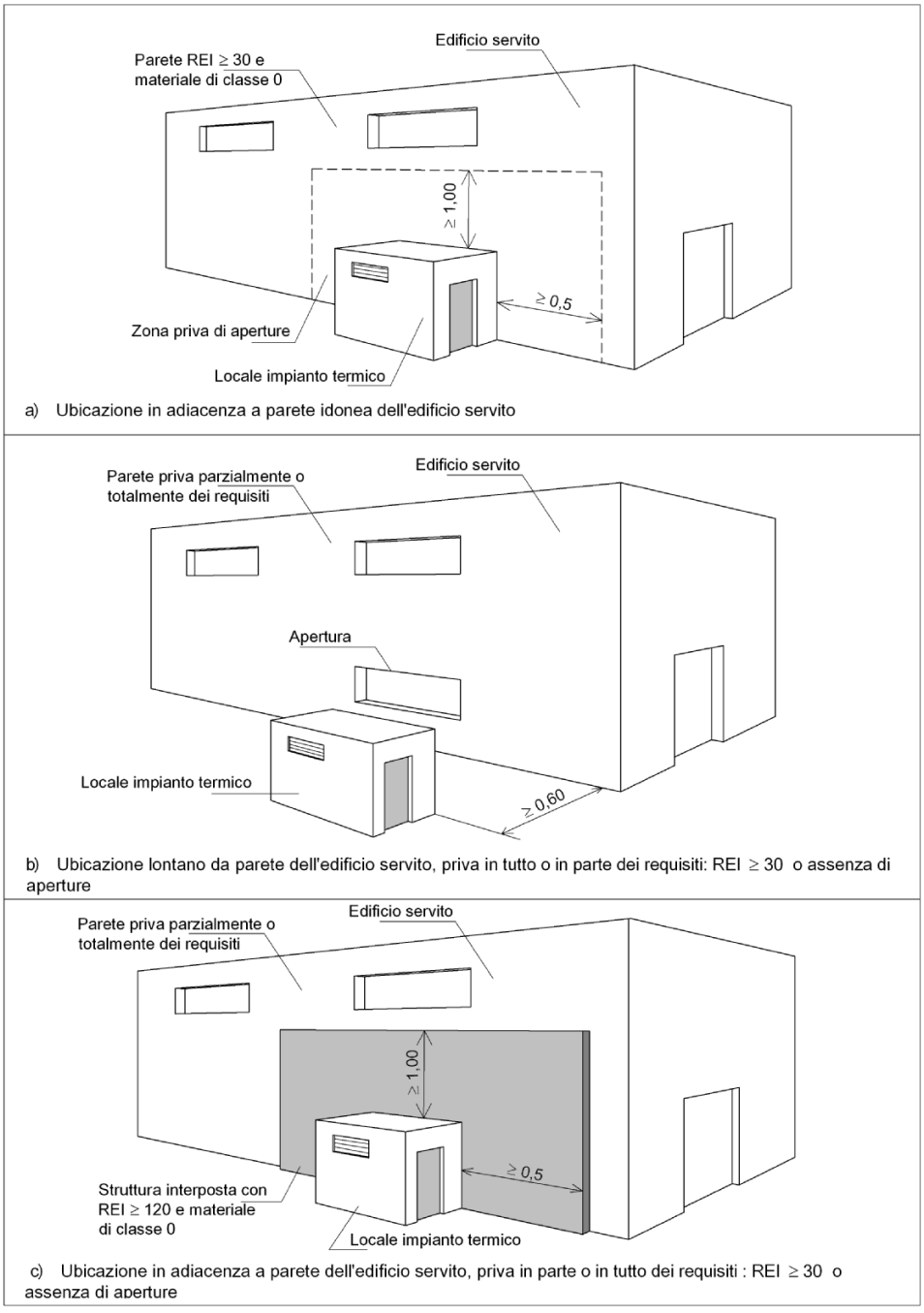


Figura 81.4 - Ubicazione dei locali esterni per l'installazione degli impianti

74.2.4Le aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti e consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antip condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione.

Le aperture di aerazione devono essere realizzate e collocate in modo da evitare la formazione di gas, indipendentemente dalla conformazione della copertura. Nel caso di coperture piane, tali

devono essere realizzate nella parte più alta della parete.
Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del lo caso dei locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la pro centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore, e al 20% negli altri casi.
Le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere in quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superf inferiore a 100 cm^2.
- locali fuori terra: S = Q · 10 (con un minimo di 3000 cm^2);
- locali seminterrati e interrati, fino a quota – 5 m dal piano di riferimento: S = Q · 15 (con un m 3000 cm^2);
- locali interrati, a quota compresa tra – 5 m e – 10 m al di sotto del piano di riferimento (consentit locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produ centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore): S = Q · 20 (con un minimo di 5000 cm^2).
Q esprime la portata termica in kW, S la superficie in cm^2.

74.2.5Le limitazioni delle aperture di aerazione per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

La norma stabilisce che almeno i 2/3 della superficie di aerazione devono essere realizzati a filo de calpestio, con un'altezza minima di 20 cm.
Le aperture di aerazione devono rispettare le seguenti distanze di sicurezza, da cavità, depressioni o aperture comunicanti con locali ubicati al di sotto del piano di calpestio o da canalizzazioni drenanti (figura 81
- R ≥ 2,00 m, per portate termiche (Q) non superiori a 116 kW;
- R ≥ 4,50 m, per portate termiche (Q) superiori a 116 kW.

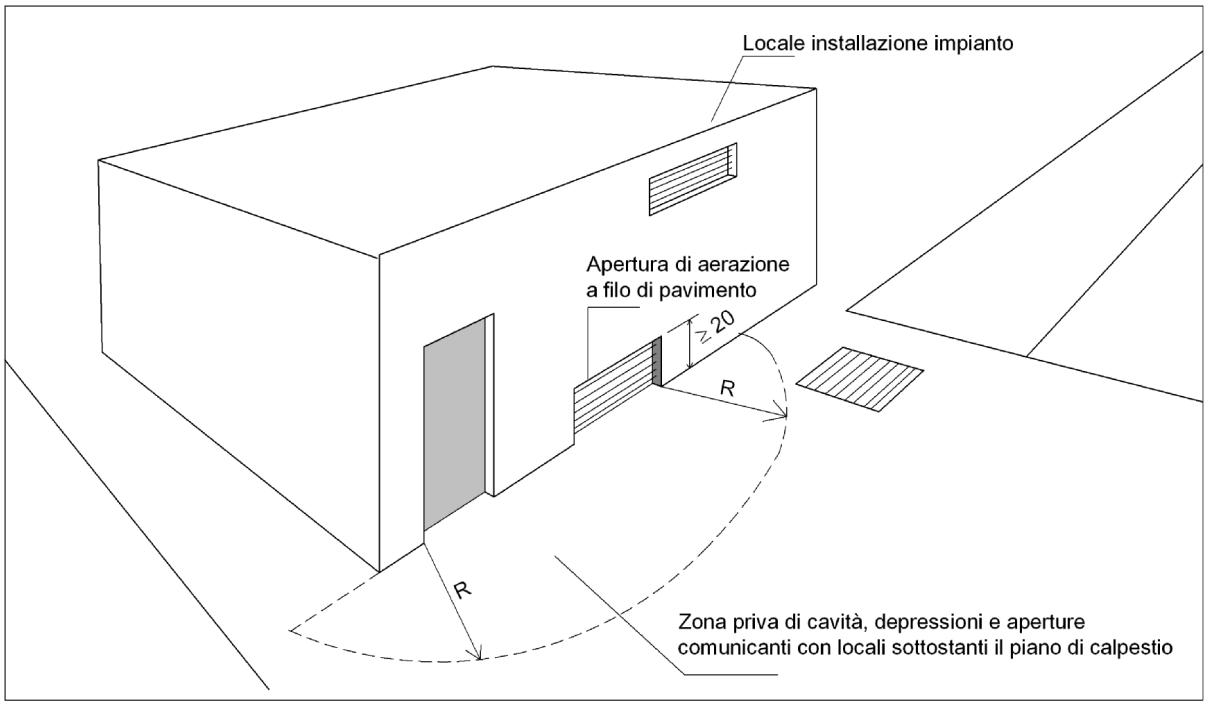


Figura 81.5 - Ulteriori prescrizioni per le aperture di aerazione del locale centrale termica fuor alimentato a gas di rete con densità superiore a 0,8, come prescritto dal D.M. 12 aprile 1996

74.2.6 Le specifiche per le superfici delle aperture di aerazione

La superficie di aerazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 3000 cm², e, nel caso di densità maggiore, di 0,8, inferiore a 5000 cm².
In caso di locali sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo o soggetti ad affollamento su 0,4 persone/m², ai relativi sistemi di via di uscita, l'apertura di aerazione si deve estendere a filo del nella parte più alta della parete attestata su spazio scoperto o su strada pubblica o privata scoperta, di locali interrati, su intercapedine ad uso esclusivo attestata superiormente su spazio scoperto scoperta. La superficie netta di aerazione deve essere aumentata del 50% rispetto ai valori indi aperture di aerazione, e, in ogni caso, deve estendersi lungo almeno il 70% della parete attestata come sopra specificato, per una altezza, in ogni punto, non inferiore a 50 cm. Nel caso di alimenta gas a densità superiore a 0,8, tale apertura deve essere realizzata anche a filo del pavimento (figur

74.2.7 L'installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito

74.2.7.1 Le regole generali per l'ubicazione

La norma stabilisce in generale che il piano di calpestio dei locali non può essere ubicato a quota i 5 m al di sotto del piano di riferimento. In casi particolari può essere ammesso che tale piano sia a bassa e, comunque, non inferiore a – 10 m dal piano di riferimento, ma devono essere rispettate prescrizioni:
- le aperture di aerazione e l'accesso devono essere ricavati su una o più intercapedini antincendio su spazio scoperto, non comunicanti con alcun locale e ad esclusivo uso del locale destinato agli ap
- all'esterno del locale e in prossimità di questo, deve essere installata, sulla tubazione di adduzio una valvola automatica del tipo normalmente chiuso, asservita al funzionamento del bruciato dispositivo di controllo della tenuta del tratto di impianto interno tra la valvola stessa e il bruciatore
- la pressione di esercizio non deve essere superiore a 0,04 bar.

Almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, deve essere confinante c scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione e larga non m cm, e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. Per meglio comprendere alcu cui sopra, si riportano alcune definizioni del D.M. 30 novembre 1983.

INTERCAPEDINE ANTINCENDI (PUNTO 1.8)

Vano di distacco con funzione di aerazione e/o scarico di prodotti della combustione di larghezza t non inferiore a 60 cm, con funzione di passaggio di persone di larghezza trasversale non inferiore (figura 90.6 (a)).
Longitudinalmente è delimitata dai muri perimetrali (con o senza aperture) appartenenti al fabbrica e da terrapieno e/o da muri di altro fabbricato, aventi pari resistenza al fuoco.
Ai soli scopi di aerazione e di scarico dei prodotti della combustione, è inferiormente delimitata da ubicato a quota non inferiore ad 1 m dall'intradosso del solaio del locale stesso.
Per la funzione di passaggio di persone, la profondità dell'intercapedine deve essere tale da ass passaggio nei locali serviti attraverso varchi aventi altezza libera di almeno 2 m.
Superiormente, è delimitata da spazio scoperto.

SPAZIO SCOPERTO (PUNTO 1.12)

Spazio a cielo libero o superiormente grigliato, avente, anche se delimitato su tutti i lati, superfici (S_{min}) in pianta (m²) non inferiore a quella calcolata moltiplicando per tre l'altezza (h_{min}) (m) dei muri della parete più bassa che lo delimita:

$$S_{min} = h_{min} \cdot 3$$

La distanza fra le strutture verticali che delimitano lo spazio scoperto deve essere non inferiore a 3,
Se le pareti delimitanti lo spazio a cielo libero o grigliato hanno strutture che aggettano o rientra
spazio è considerato scoperto se sono rispettate le predette condizioni, e se il rapporto fra la sp
rientranza (a) e la relativa altezza di impostazione (b) non è superiore ad 1/2 (figura 81.6 (b)).
La superficie minima libera deve risultare al netto delle superfici aggettanti.
La minima distanza di 3,50 m deve essere computata fra le pareti più vicine in caso di rientranze, f
limite esterno della proiezione dell'aggetto in caso di sporgenze, e fra i limiti esterni delle proie
aggetti prospicienti.
Il Ministero dell'Interno, con la lettera circolare 30 novembre 2000, n. P1275/4134, chiarisce ch
generale, la prescrizione richiedente che almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del
del locale caldaia, sia confinante con spazio scoperto, è finalizzata a garantire la collocazione de
stesso nell'ambito della fascia perimetrale dell'edificio, e ciò allo scopo di conseguire i seguenti ob
sicurezza:
- obbligare a posizione i focolari alla periferia del fabbricato;
- assicurare le necessarie condizioni per la realizzazione delle richieste aperture d'aerazione
- determinare situazioni di luogo atte a facilitare l'intervento delle squadre di soccorso in caso d'ince
La specifica funzione dell'intercapedine è connessa all'aerazione e allo scarico dei fumi, e non già a c
costituire prolungamento volumetrico a tutta altezza del sovrastante spazio scoperto.
È consigliabile che le aperture di aerazione dei relativi locali siano realizzate nella parte alta dell
esterna, e ciò ai fini di evitare la formazione di sacche di gas. Fatti salvi, pertanto, i casi in cui le
d'aerazione devono essere necessariamente realizzate a filo soffitto, si ritiene che, in presenza d
prescrizione normativa sia ugualmente soddisfatta con la collocazione delle aperture di ae
nell'immediata zona sottotrave e, comunque, mai al di sotto della metà superiore della parete.

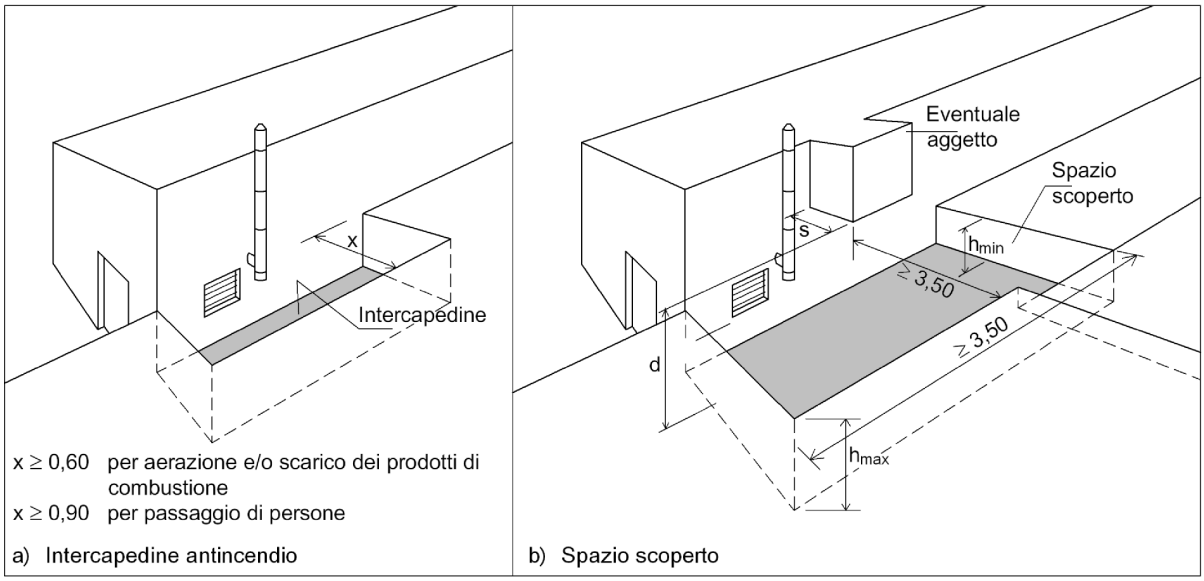


Figura 81.6 - Intercapedine antincendio e spazio scoperto secondo il D.M. 30 novembre 1983

74.2.7.2 Le limitazioni dell'ubicazione di apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

L'installazione è consentita esclusivamente in locali fuori terra, eventualmente comunicanti con
anch'essi fuori terra. In entrambi i casi il piano di calpestio non deve presentare avvallamenti o affo
tali da creare sacche di gas che determinino condizioni di pericolo.

74.2.7.3 I divieti per l'ubicazione dei locali

I locali di installazione degli apparecchi per la climatizzazione di edificio e ambienti non devono

sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo, ad ambienti soggetti ad affollamento superi persone/m² o ai relativi sistemi di vie di uscita. Tale sottostanza o contiguità è tuttavia ammessa, p parete confinante con spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, o nel caso di locali int intercapedine ad uso esclusivo, attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta, si una lunghezza non inferiore al 20% del perimetro e la pressione di esercizio non superi i 0,04 bar.

74.2.7.4 Le caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire comparti antincendio. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Le cara antincendio sono illustrate nella tabella 81.1.

Tabella 81.1 - Caratteristiche antincendio

Portata termica complessiva dell'impianto	Strutture portanti Portata termica complessiva	Strutture di separazione da altri ambienti (resistenza al fuoco)
non superiore a 116 kW	≥ R 60	≥REI 60
superiore a 116 kW	≥ R 120	≥REI 120

Per approfondimenti sugli aspetti strutturali e di resistenza a fuoco si rimanda al D.M. 16 febbra (Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzion decreto si applica ai prodotti e agli elementi costruttivi per i quali è prescritto il requisito di resi fuoco ai fini della sicurezza in caso d'incendio delle opere in cui sono inseriti. È definito *prodotto da costruzione* qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in ele costruttivi o opere da costruzione. Le opere da costruzione comprendono gli edifici e le opere di i civile. Le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi possono determinate in base ai risultati di:
- prove;
- calcoli;
- confronti con tabelle.

Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di prove di r al fuoco e di tenuta al fumo sono descritte nell'allegato B del citato decreto.
L'allegato C, incece, descrive le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi i risultati di calcoli.
Le modalità per la classificazione di elementi costruttivi in base a confronti con tabelle, infine, sono nell'allegato D.
Il D.M. 12 aprile 1996 stabilisce che, ferme restando le limitazioni sulla disposizione degli i all'interno dei locali, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le misure minime, in funzio portata termica complessiva, indicate nella tabella 81.2.

Tabella 81.2 - Misure minime dell'altezza del locale di installazione

Portata termica complessiva dell'impianto	Altezza minima
non superiore a 116 kW	2,00 m
superiore a 116 kW e sino a 350 kW	2,30 m
superiore a 350 kW e sino a 580 kW	2,60 m
superiore a 580 kW	2,90 m

74.2.8La disposizione degli impianti all'interno dei locali

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali de nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessib organi di regolazione, sicurezza e controllo, nonché la manutenzione ordinaria.
Le dimensioni delle caldaie variano in funzione della potenza termica erogata e della casa cos (tabella 81.3).

Gli spazi funzionali minimi sono necessariamente quelli previsti dalla casa costruttrice. Per le ca
basamento tra l'apparecchio e le pareti del locale, è consigliabile lasciare uno spazio di almeno 12
potere operare durante gli interventi di manutenzione. L'estrazione laterale del bruciatore può p
profondità anche maggiori. Lo spazio frontale, secondo alcuni modelli di caldaie, deve essere di alr
cm. L'uso di sistemi di pulizia mediante apposito kit può richiedere una profondità anche di 300 cm
contrario, la pulizia della caldaia dovrà essere eseguita con apparecchi smontabili o con altri sistemi
Lo spazio funzionale deve consentire il montaggio dell'apparecchio e la dissipazione acustica m
l'installazione di particolari basamenti insonorizzati. In quest'ultimo caso deve essere anche consid
l'altezza d'installazione della caldaia, e di conseguenza la posizione dei collegamenti per le tu
subiranno delle modifiche.
Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle co
aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, gas, vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.
È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.
È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare
installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di si
di controllo siano facilmente raggiungibili.
Il posizionamento dei vari componenti degli impianti deve essere tale da evitare il rischio di form
sacche di gas in misura pericolosa.

Tabella 81.3 - Dimensioni di caldaia a gas in ghisa in funzione della potenza termica

Potenza termica [kW]	Distanza dalla parete		Distanza frontale		Lunghezza [mm]	Larghezza [mm]
	Raccomandata [mm]	Minima [mm]	Raccomandata [mm]	Minima [mm]		
105	750	400	1500	1000	1125	880
140	750	400	1500	1000	1285	880
170	750	400	1500	1000	1445	880
200	750	400	1500	1000	1605	880
230	750	400	1500	1000	1765	880
240	900	600	1700	1000	1580	980
295	900	600	1700	1000	1750	980
350	900	600	1700	1000	1920	980
400	900	600	2200	1000	2090	980
455	900	600	2200	1000	2260	980
510	900	600	2200	1000	2430	980
570	1150	820	2300	1400	1926	1281
660	1150	820	2300	1400	2096	1281
740	1150	820	2300	1400	2266	1281
820	1150	820	2300	1400	2436	1281
920	1150	820	3000	1500	2606	1281
1020	1150	820	3000	1500	2776	1281
1110	1150	820	3000	1500	2946	1281
1200	1150	820	3000	1500	3116	1281

74.2.9L'accesso

L'accesso può avvenire dall'esterno da:
- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 90 cm.

L'accesso può anche avvenire dall'interno tramite disimpegno, realizzato in modo da evitare la for
di sacche di gas, e avente le seguenti caratteristiche:
– impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
- resistenza al fuoco delle strutture REI 30 e con porte EI 30.
– impianti di portata termica superiore a 116 kW:
- superficie netta minima di 4 m²;
- resistenza al fuoco delle strutture REI 60 e con porte EI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,5 m² realizzate su parete
attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso di alimentazione con gas a densità non superiore a 0,8, è consentito l'utilizzo di un ca
sezione non inferiore a 0,1 m².

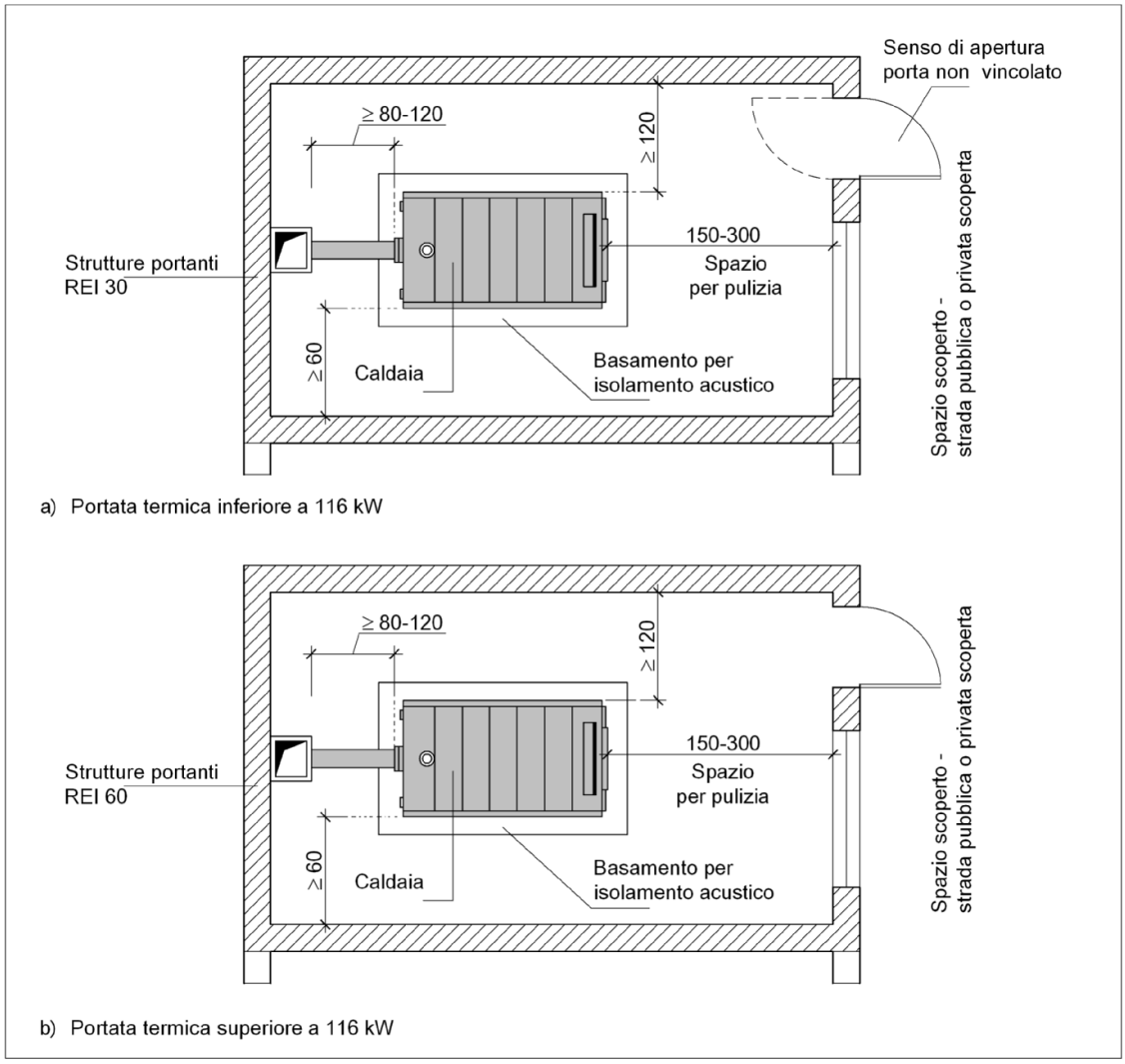


Figura 81.7 - Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da spazio esterr
strada pubblica o privata scoperta. Caratteristiche costruttive e distanze minime consigliate pe
spazi attorno al generatore

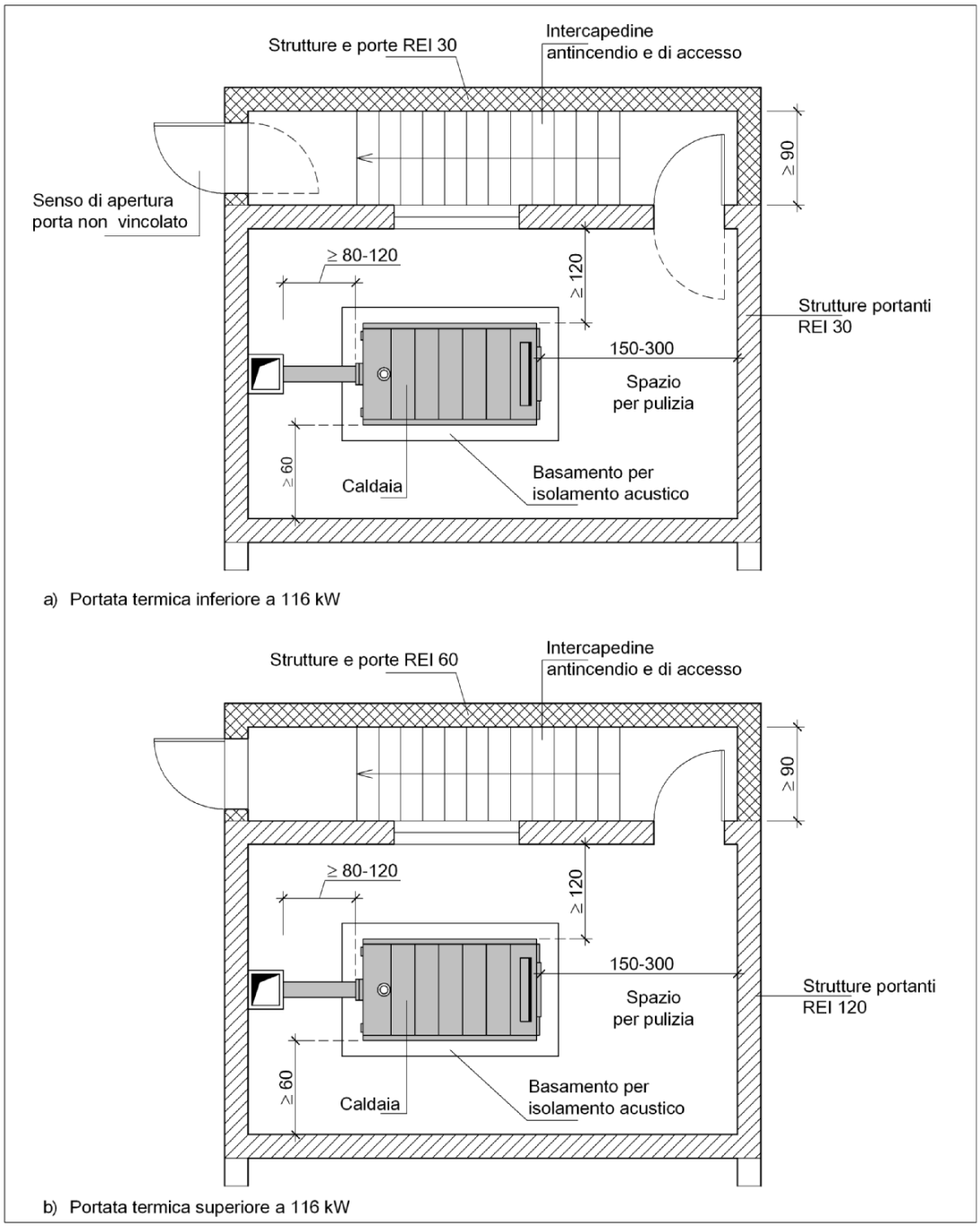


Figura 81.8 - Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,90 m. Caratteristiche costruttive e distanze minime consigliate per gli spazi attorno al generatore

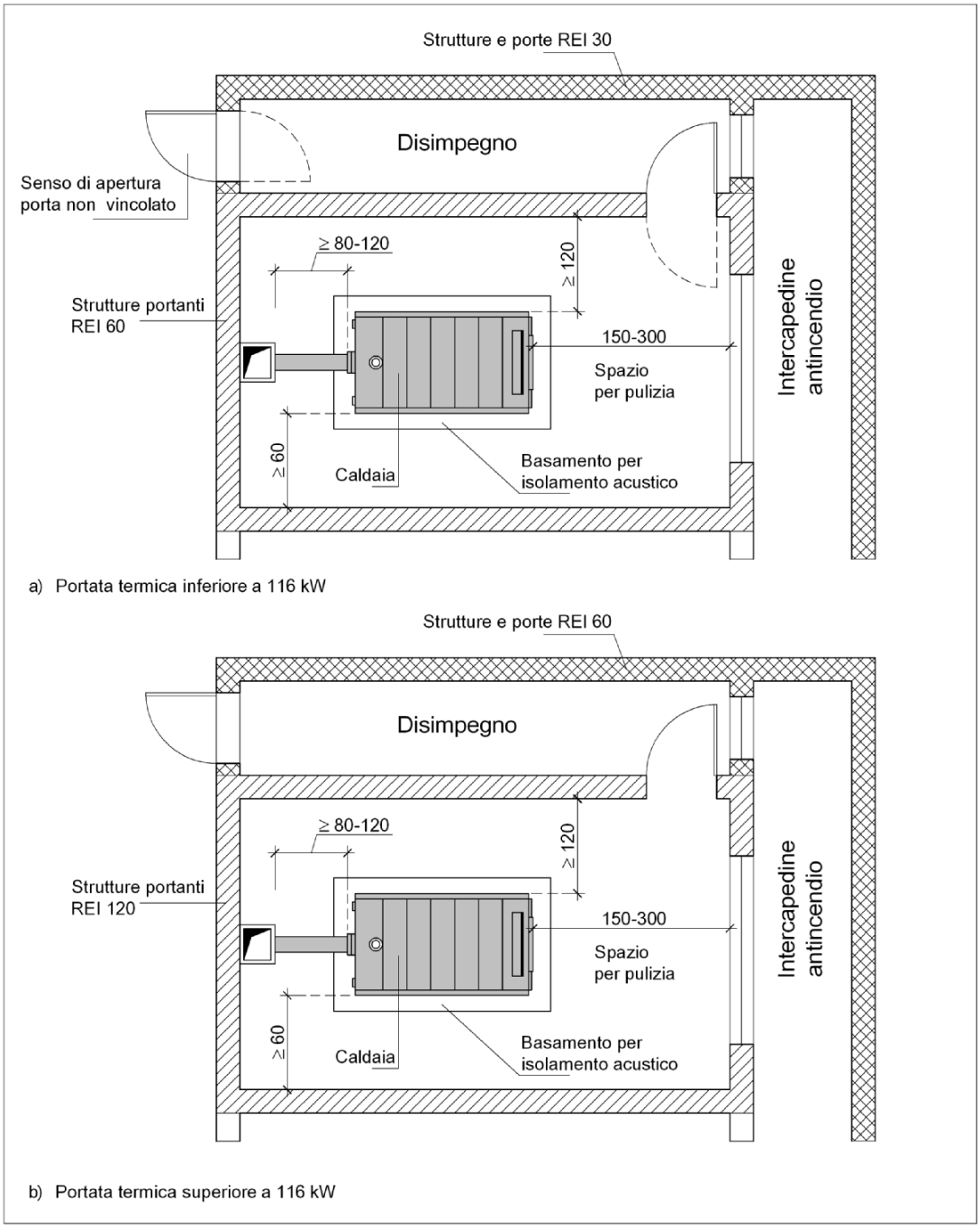


Figura 81.9 - Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da disimpegno c
parete attestata su intercapedine antincendio. Caratteristiche costruttive e distanze minime co
per gli spazi attorno al generatore

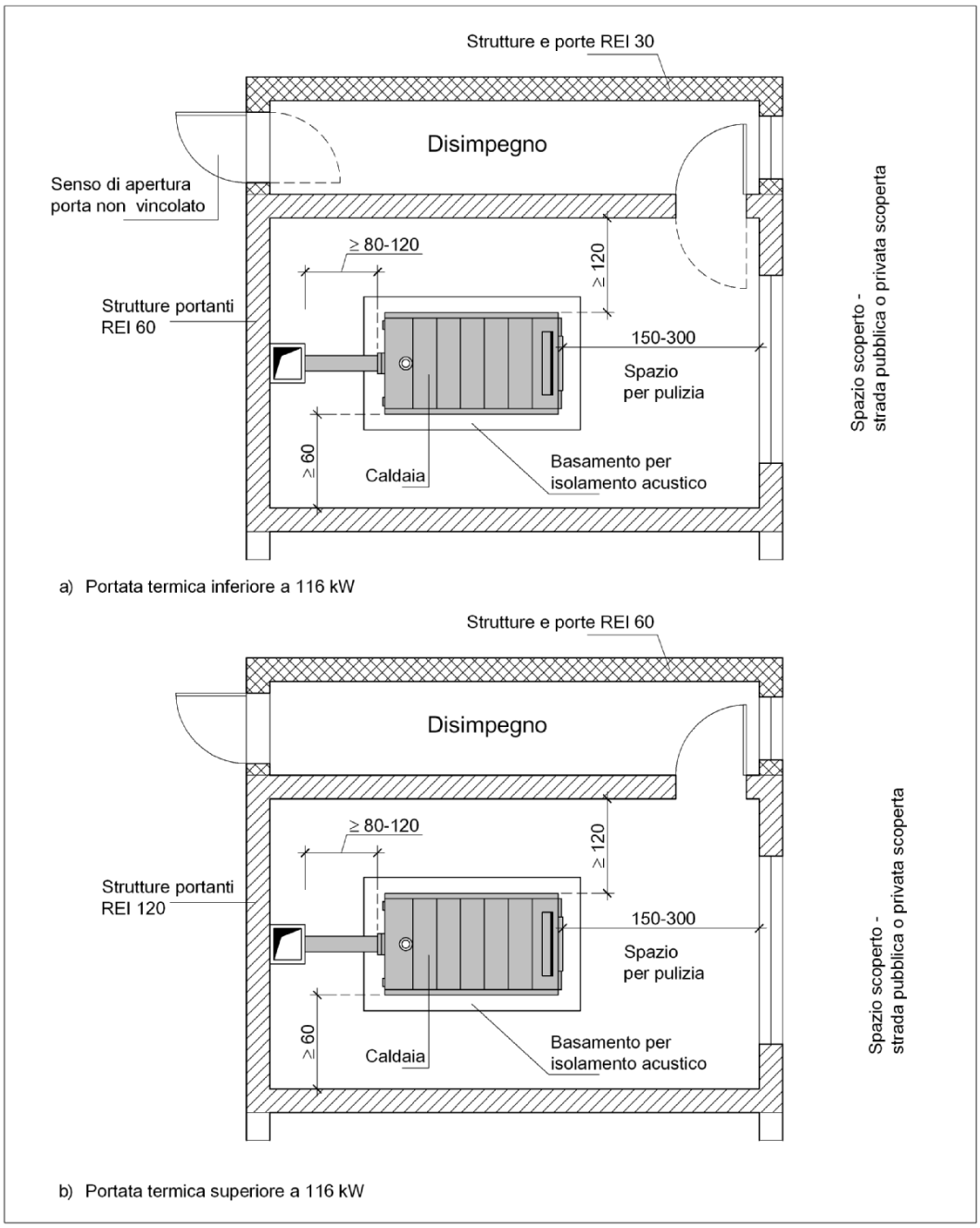


Figura 81.10 - Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da disimpe
parete attestata su spazio esterno o da strada pubblica o privata scoperta. Caratteristiche cos
distanze minime consigliate per gli spazi attorno al generatore

74.2.10 Le porte

Le porte dei locali delle centrali termiche e dei disimpegni devono rispettare le seguenti pre
dimensionali:
- altezza minima 2 m;
- larghezza minima 0,60 m.

Il verso di apertura della porta dipende dalla portata termica complessiva, come indicato nella tabel

Tabella 81.4 - Portata termica complessiva dell'impianto e verso di apertura della porta

Portata termica complessiva dell'impianto	Verso di apertura porta	Congegno di autochiusura
non superiore a 116 kW	non vincolato	sì
superiore a 116 kW	verso l'esterno	sì

Le porte devono possedere le caratteristiche di resistenza al fuoco, come specificato nella tabella 8
Tabella 81.5 - Portata termica complessiva dell'impianto e caratteristiche di resistenza al fuoco

Portata termica complessiva dell'impianto	Caratteristiche di resistenza al fuoco
non superiore a 116 kW	REI 30
superiore a 116 kW	REI 60

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da inte
antincendio, non sono richiesti tali requisiti, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoc

74.3 Impianti termici alimentati da combustibili liquidi

La progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liqui
rispettare le prescrizioni del D.M. 28 aprile 2005. Tali norme riguardano gli impianti termici di
termica complessiva maggiore di 35 kW, alimentati da combustibili liquidi. Le disposizioni si applic
impianti di nuova realizzazione.
Ai fini della prevenzione degli incendi e allo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza rela
salvaguardia delle persone, dei beni e dei soccorritori, gli impianti termici alimentati da combustib
devono essere realizzati in modo da:
- evitare la fuoriuscita accidentale di combustibile;
- evitare, nel caso di fuoriuscita accidentale di combustibile, spandimenti in locali diversi da q
installazione;
- limitare, in caso di incendio, danni alle persone;
- limitare, in caso di incendio, danni ai locali vicini e a quelli contenenti gli impianti;
- consentire ai soccorritori di operare in condizioni di sicurezza.

74.3.1 L'installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito

74.3.2 Le regole generali per l'ubicazione

Gli impianti termici possono essere installati in un qualsiasi locale del fabbricato che abbia alme
parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada p
privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzon
non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 0,6 m ed attestata superiormente s
scoperto o strada scoperta.

74.3.3 Le aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su paret
attestanti su spazi scoperti o intercapedini ad uso esclusivo. È consentita la protezione delle ap
aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia a condizione che non venga ridotta la s
netta di aerazione. Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considera
esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie
del locale, nel caso dei locali di installazione degli apparecchi, e al 20% negli altri casi.
Fatto salvo quanto previsto dal D.Lgs. n. 152/2006, le superfici libere minime, in funzione della
termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In c
ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm^2.
- locali fuori terra: $S = Q \cdot 6$ (con un minimo di 2500 cm^2);
- locali seminterrati ed interrati, fino a quota – 5 m dal piano di riferimento: $S = Q \cdot 9$ (con un m
2500 cm^2);

- locali interrati, a quota compresa tra – 5 m e – 10 m al di sotto del piano di riferimento (consentit
locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produ
centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore): $S = Q \cdot 12$ (con un minimo di 3000 cm^2)
Q esprime la portata termica in kW, S la superficie in cm^2.

74.3.4Le caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire comparti
antincendio. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Le cara
antincendio sono illustrate nella tabella 81.6.

Tabella 81.6 - Caratteristiche antincendio

Portata termica complessiva dell'impianto	Strutture portanti Portata termica complessiva (resistenza al fuoco)	Strutture di separazione da altri ambienti
non superiore a 116 kW	≥ R 60	≥REI 60
superiore a 116 kW	≥ R 120	≥REI 120

Per approfondimenti sugli aspetti strutturali e di resistenza a fuoco si rimanda al D.M. 16 febbra
(Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione).
Il D.M. 28 aprile 2005 stabilisce che, ferme restando le limitazioni sulla disposizione degli i
all'interno dei locali, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le misure minime, in funzio
portata termica complessiva, indicate nella tabella 81.7.

Tabella 81.7 - Misure minime dell'altezza del locale di installazione

Portata termica complessiva dell'impianto	Altezza minima
non superiore a 116 kW	2,00 m
superiore a 116 kW e sino a 350 kW:	2,30 m
superiore a 350 kW	2,50 m

74.3.5 La disposizione degli impianti all'interno dei locali

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle co
aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, del combustibile, del vapore e dei cavi elettrici a
dell'apparecchio.
È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.
È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare
installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di si
di controllo siano facilmente raggiungibili.
Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali de
nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessib
organi di regolazione, sicurezza e controllo nonché la manutenzione ordinaria.

74.3.6 L'accesso

L'accesso alla centrale termica può avvenire dall'esterno da:
- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m.

L'accesso può avvenire anche dall'interno, tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:
– impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
- resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 30;
– impianti di portata termica superiore a 116 kW:

- superficie netta minima di 2 m²;
- resistenza al fuoco delle strutture REI 60 e con porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,50 m² realizzata su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso in cui l'aerazione non sia realizzabile come sopra indicato, è consentito l'utilizzo di un cor materiale incombustibile di sezione non inferiore a 0,10 m² sfociante al di sopra della copertura dell'edificio.

74.3.7 Le porte

Le porte dei locali delle centrali termiche e dei disimpegni devono rispettare le seguenti pre dimensionali:
- altezza minima 2 m;
- larghezza minima 0,80 m;

Il verso di apertura della porta dipende dalla portata termica complessiva, come indicato nella tabel

Tabella 81.8 - Portata termica complessiva dell'impianto e verso di apertura della porta

Portata termica complessiva dell'impianto	Verso di apertura porta	Congegno di autochiusura
non superiore a 116 kW	non vincolato	sì
superiore a 116 kW	verso l'esterno	sì

Le porte devono possedere le caratteristiche di resistenza al fuoco, come specificato nella tabella 8

Tabella 81.9 - Portata termica complessiva dell'impianto e caratteristiche di resistenza al fuoco

Portata termica complessiva dell'impianto	Caratteristiche di resistenza al fuoco
non superiore a 116 kW	REI 30
superiore a 116 kW	REI 60

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da inte antincendio, non sono richiesti tali requisiti, purché siano in materiale incombustibile.

74.3.8 Il deposito di combustibile liquido

74.3.8.1 L'ubicazione

Il deposito, costituito da uno o più serbatoi, può essere ubicato all'esterno o all'interno dell'edificio è installato l'impianto termico.
Nel caso di deposito ubicato all'esterno, i serbatoi possono essere interrati sotto cortile, giardino oppure installati a vista in apposito e distinto locale oppure all'aperto.
Nel caso di deposito ubicato all'interno dell'edificio, i serbatoi possono essere interrati sotto pav oppure installati a vista, in locali del fabbricato che abbiano almeno una parete, di lunghezza non in 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel cas interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella rich l'aerazione, larga almeno 0,60 m e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.
I locali devono essere destinati esclusivamente a deposito di combustibile liquido a servizio dell'im

74.3.8.2 La capacità

La capacità di ciascun serbatoio non deve essere maggiore di 25 m³.
In relazione all'ubicazione dei serbatoi, la capacità complessiva del deposito deve osservare i segue
- 100 m³, per serbatoi ubicati all'esterno del fabbricato;

- 50 m³ per serbatoi interrati all'interno del fabbricato;
- 25 m³ per serbatoi installati a vista all'interno del fabbricato.

74.3.8.3 Le modalità di installazione

I serbatoi devono essere saldamente ancorati al terreno. In base alle modalità di installazione dei s
distinguono le seguenti tipologie di deposito:
- deposito all'esterno con serbatoi interrati;
- deposito con serbatoi fuori terra in apposito locale esterno;
- deposito all'aperto con serbatoi fuori terra;
- deposito con serbatoi interrati all'interno di un edificio;
- deposito con serbatoi fuori terra all'interno di un edificio.

DEPOSITO ALL'ESTERNO CON SERBATOI INTERRATI

I serbatoi devono essere installati in modo tale da non essere danneggiati da eventuali carichi mo
gravanti sul piano di calpestio.

DEPOSITO CON SERBATOI FUORI TERRA IN APPOSITO LOCALE ESTERNO

I serbatoi devono essere installati in apposito locale realizzato in materiale incombustibile, posizion
distanza reciproca, nonché dalle pareti verticali e orizzontali del locale, tale da garantire l'accessibil
operazioni di manutenzione e ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la sogli
sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume non
alla metà della capacità complessiva dei serbatoi.

DEPOSITO ALL'APERTO CON SERBATOI FUORI TERRA

I serbatoi devono essere dotati di una tettoia di protezione dagli agenti atmosferici realizzata in
incombustibile, e di un bacino di contenimento impermeabile realizzato in muratura, cemento arma
materiale idoneo allo scopo, avente capacità pari ad almeno un quarto della capacità comples
serbatoi. È vietata l'installazione su rampe carrabili e su terrazze.

DEPOSITO CON SERBATOI INTERRATI ALL'INTERNO DI UN EDIFICIO

Le pareti e i solai del locale devono presentare caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno

DEPOSITO CON SERBATOI FUORI TERRA ALL'INTERNO DI UN EDIFICIO

I serbatoi devono essere installati in apposito locale avente caratteristiche di resistenza al fuoco di
120, su apposite selle di resistenza al fuoco posizionati ad una distanza reciproca, nonché dalle pare
verticali e orizzontali del locale, tale da garantire l'accessibilità per le operazioni di manutenz
ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il loc
costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume almeno pari alla capacità complessi
serbatoi.

74.3.8.4 L'accesso e le comunicazioni

L'accesso al locale deposito può avvenire dall'esterno da:
- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,90 m.

L'accesso può avvenire anche dall'interno, tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:
- superficie in pianta netta minima di 2 m²;
- resistenza al fuoco delle strutture e delle porte

- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,50 m² realizzata su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta o intercapedine. Nel caso in cui l non sia realizzabile come sopra specificato, è consentito l'utilizzo di un condotto in materiale incom di sezione non inferiore a 0,10 m² sfociante al di sopra della copertura dell'edificio.
È consentito di utilizzare lo stesso disimpegno per accedere al locale di installazione dell'impianto t al locale deposito.
I locali all'interno di un edificio adibiti a deposito possono comunicare tra loro esclusivamente a m porte REI 90 provviste di dispositivo di autochiusura.
Non è consentito che il locale adibito a deposito abbia aperture di comunicazione dirette con locali ad altro uso.

74.3.8.5 Le aperture di aerazione

Il locale deposito deve essere dotato di una o più aperture permanenti di aerazione, realizzate esterne di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada p privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzon non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 60 cm e attestata superiormente s scoperto o strada scoperta.
La superficie di aerazione non deve essere inferiore ad 1/30 della superficie in pianta del locale. È c la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia, a condi non venga ridotta la superficie netta di aerazione prevista.

74.3.8.6 Le porte

Le porte del locale deposito devono avere altezza minima di 2 m, larghezza minima di 80 cm, ess verso l'esterno ed essere munite di dispositivo di autochiusura.
Le porte di accesso al locale deposito devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 60.
Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine a ovvero alle porte di accesso a locali esterni all'edificio, non è richiesto il requisito della resistenza purché siano in materiale incombustibile.

74.3.8.7 Le caratteristiche dei serbatoi

I requisiti tecnici per la costruzione, la posa in opera e l'esercizio dei serbatoi, sia fuori terra che devono essere conformi alle leggi, ai regolamenti e alle disposizioni vigenti in materia.
I serbatoi devono presentare idonea protezione contro la corrosione e devono essere muniti di:
– tubo di carico fissato stabilmente al serbatoio e avente l'estremità libera, a chiusura ermetica, chiusino interrato o in una nicchia nel muro dell'edificio e, comunque, ubicato in modo da evitare combustibile, in caso di spargimento, invada locali o zone sottostanti;
– tubo di sfiato dei vapori avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di c comunque, non inferiore a 25 mm, sfociante all'esterno delle costruzioni ad un'altezza non inferior m dal piano praticabile esterno e a distanza non inferiore a 1,50 m da finestre e porte. L'estremit deve essere protetta con sistema antifiamma;
– dispositivo di sovrappieno atto ad interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile q raggiunge il 90% della capacità geometrica del serbatoio;
– idonea messa a terra;
– targa di identificazione inamovibile e visibile anche a serbatoio interrato indicante:
- il nome e l'indirizzo del costruttore;
- l'anno di costruzione;
- la capacità, il materiale e lo spessore del serbatoio.

74.3.9 Impianto elettrico

L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alla legge 1° marzo 1968, n. 186, e tale deve essere attestata secondo le procedure previste dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.
L'interruttore generale a servizio dei locali deve essere installato all'esterno dei locali stessi, in p segnalata e facilmente accessibile. Negli altri casi deve essere collocato lontano dall'apparecchio uti in posizione segnalata e facilmente raggiungibile e accessibile.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI 64-8
CEI 31-30
CEI 31-33
CEI 31- 34
Guida CEI 64-50
Guida CEI 31-35
Guida CEI 31-35/A
alimentazione a gas:
CEI 31-30
CEI 31-33
CEI 31-34
Guida CEI 31-35
Guida CEI 31-35/A

74.3.10 Mezzi di estinzione degli incendi

In prossimità di ciascun apparecchio e/o serbatoio fuori terra, deve essere installato, in posizione s facilmente raggiungibile, un estintore portatile avente carica nominale non minore di 6 kg e estinguente non inferiore a 21A-113B.
Gli impianti termici con portata termica complessiva installata superiore a 1160 kW, devono esser da un estintore carrellato a polvere avente carica nominale non minore di 50 kg e capacità estinguer A-B1.

74.3.11 Segnaletica di sicurezza

La segnaletica di sicurezza deve essere conforme al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e al D.M. 14 giugn 236, e deve richiamare l'attenzione sui divieti e sulle limitazioni imposti, nonché segnalare la posiz valvola esterna di intercettazione e dell'interruttore elettrico generale.

74.4 Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici, dell'allegato B del D.P.R. n. 412/1993, devono essere coibentate con materiale isolante il cui minimo è fissato dalla tabella 81.10, in funzione del diametro della tubazione espresso in mm conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m °C alla temperatura di 40°C.

Tabella 81.10 - Conduttività termica utile dell'isolante e diametro esterno della tubazione

Conduttività termica utile dell'isolante [W/m °C]	Diametro esterno della tubazione [mm]					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64

0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 81.10, i minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati ripor tabella stessa.
I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'in edilizio, verso l'interno del fabbricato, e i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla 81.10 vanno moltiplicati per 0,5.
Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati, gli spe cui alla tabella 81.10 vanno moltiplicati per 0,3.
Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia m direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione e i limiti di coibentaz fissati da norme tecniche UNI di seguito meglio indicate.
Il materiale isolante deve essere applicato in maniera uniforme senza variazioni di spessore o stroz particolare attenzione alle curve, i raccordi, le saracinesche e quant'altro possa costituire ponte term
I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella 81.10, per tu diametro esterno da 20 a 39 mm.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 5634 - *Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi* ;
UNI 6665 - *Superficie coibentate. Metodi di misurazione* ;
UNI EN 14114 - *Prestazioni igrotermiche degli impianti degli edifici e delle installazioni industriali. Calcolo della diffusione del vapore acqueo. Sistemi di isolamento per le tubazioni fredde* .

74.5 Sistema di termoregolazione

Il sistema termoregolazione e contabilizzazione è previsto dall'art. 7 del D.P.R. 26 agosto 1993, n.
Negli impianti termici centralizzati adibiti al riscaldamento ambientale per una pluralità di utenze, q potenza nominale del generatore di calore o quella complessiva dei generatori di calore sia u superiore a 35 kW, è prescritta l'adozione di un gruppo termoregolatore dotato di programma consenta la regolazione della temperatura ambiente almeno su due livelli a valori sigillabili nell'arco ore. Il gruppo termoregolatore deve essere pilotato da una sonda termometrica di rilevame temperatura esterna. La temperatura esterna e le temperature di mandata e di ritorno del fluido te devono essere misurate con una incertezza non superiore a ±2°C.
Il sistema di termoregolazione di cui sopra, può essere dotato di un programmatore che con regolazione su un solo livello di temperatura ambiente, qualora in ogni singola unità immobili effettivamente installato e funzionante un sistema di contabilizzazione del calore e un sist termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente dell'unità imm dotato di programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura almeno su due livelli delle 24 ore.
Gli impianti termici per singole unità immobiliari, destinati, anche se non esclusivamente climatizzazione invernale devono essere parimenti dotati di un sistema di termoregolazione pilotat più sonde di misura della temperatura ambiente con programmatore che consenta la regolazione temperatura su almeno due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore.
Al fine di non determinare sovrariscaldamento nei singoli locali di una unità immobiliare per effett apporti solari e degli apporti gratuiti interni, è opportuna l'installazione di dispositivi per la rego automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche esposizioni uniformi.

Nel caso di installazione in centrale termica di più generatori di calore, il loro funzionamento dev attivato in maniera automatica in base al carico termico dell'utenza.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7939-1 – *Terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere. Impianti di riscaldamento degli ambienti* ;
UNI 9577 – *Termoregolatori d'ambiente a due posizioni (termostati d'ambiente). Requisiti e prove;*
UNI EN 12098-1 *Regolazioni per impianti di riscaldamento. Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda* .

74.6 Camini e canali da fumi

74.6.1 Caratteristiche dei camini

I camini devono rispettare le prescrizioni del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.
1. Ogni impianto termico civile di potenza termica nominale superiore al valore di soglia, deve di uno o più camini tali da assicurare una adeguata dispersione in atmosfera dei prodotti della combust
2. Ogni camino deve avere, al di sotto dell'imbocco del primo canale da fumo, una camera di ra materiali solidi ed eventuali condense, di altezza sufficiente a garantire una completa rimozione dei accumulati e l'ispezione dei canali. Tale camera deve essere dotata di un'apertura munita di spo chiusura a tenuta d'aria realizzato in materiale incombustibile.
3. I camini devono garantire la tenuta dei prodotti della combustione e devono essere imper termicamente isolati. I materiali utilizzati per realizzare i camini devono essere adatti a resistere alle normali sollecitazioni meccaniche, al calore e all'azione dei prodotti della combustione e de eventuali condense. In particolare tali materiali devono essere resistenti alla corrosione. La sezion dei camini deve essere di forma circolare, quadrata o rettangolare, con rapporto tra i lati non superio
4 I camini che passano entro locali abitati o sono incorporati nell'involucro edilizio devono dimensionati in modo tale da evitare sovrappressioni durante l'esercizio.
5. L'afflusso di aria nei focolari e l'emissione degli effluenti gassosi possono essere attivati dal naturale dei camini o da mezzi meccanici.
6. Più generatori di calore possono essere collegati allo stesso camino soltanto se fanno parte de impianto termico. In questo caso, i generatori di calore dovranno immettere in collettori dot necessario, ciascuno di propria serranda di intercettazione, distinta dalla valvola di regolazione del Camino e collettore dovranno essere dimensionati secondo la regola dell'arte.
7. Gli impianti installati o che hanno subito una modifica relativa ai camini successivamente all'en vigore della parte quinta del presente decreto, devono essere dotati di camini realizzati con prodott stata apposta la marcatura CE. In particolare, tali camini devono:
- essere realizzati con materiali incombustibili;
- avere andamento verticale e il più breve e diretto possibile tra l'apparecchio e la quota di sbocco;
- essere privi di qualsiasi strozzatura in tutta la loro lunghezza;
- avere pareti interne lisce per tutta la lunghezza;
- garantire che siano evitati fenomeni di condensa;
- essere adeguatamente distanziati, mediante intercapedine d'aria o isolanti idonei, da materiali co o facilmente infiammabili;
- avere angoli arrotondati con raggio non minore di 20 mm, se di sezione quadrata o rettangolare;
- avere un'altezza correlata alla sezione utile secondo gli appropriati metodi di calcolo riporta normativa tecnica vigente (UNI e norme CEN). Resta salvo quanto stabilito ai punti 9 e 10.
8. Le bocche possono terminare con comignoli di sezione utile d'uscita non inferiore al doppio della del camino, conformati in modo da non ostacolare il tiraggio e favorire la dispersione dei nell'atmosfera.

9. Le bocche dei camini devono essere posizionate in modo tale da consentire un'adeguata evac
dispersione dei prodotti della combustione e da evitare la reimmissione degli stessi nell'edificio a
qualsiasi apertura. A tal fine, le bocche dei camini devono risultare più alte di almeno un metro ri
colmo dei tetti, ai parapetti e a qualunque altro ostacolo o struttura distante meno di dieci metri.
10. Le bocche dei camini situati a distanza compresa fra 10 e 50 metri da aperture di locali abita
essere a quota non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta.
11. La parete interna del camino deve risultare per tutto il suo sviluppo, ad eccezione del tronco
emergente dalla copertura degli edifici, sempre distaccata dalle murature circostanti, e deve essere
da una controcanna continua formante intercapedine, per consentire la normale dilatazione termic
ammessi nell'intercapedine elementi distanziatori o di fissaggio necessari per la stabilità del camino

NORME DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX;
UNI 10640 – *Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale. Progettazione e verifica*;
UNI 10641 – *Canne fumarie collettive e camini a tiraggio naturale per apparecchi a gas di tipo C con ventilatore nel circuito di combustione. Progettazione e verifica*.

74.6.2 Canali da fumo

I canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.
I canali da fumo degli impianti termici devono avere in ogni loro tratto un andamento suboriz
ascendente con pendenza non inferiore al 5%. I canali da fumo al servizio di impianti di potenzialità
superiore a 1.000.000 di kcal/h possono avere pendenza non inferiore al 2%.
La sezione dei canali da fumo deve essere, in ogni punto del loro percorso, sempre non superiore
alla sezione del camino e non inferiore alla sezione del camino stesso.
Per quanto riguarda la forma, le variazioni e i raccordi delle sezioni dei canali da fumo e le loro
interne, devono essere osservate le medesime norme prescritte per i camini.
I canali da fumo devono essere costituiti con strutture e materiali aventi le medesime caratteristich
per i camini.
I canali da fumo devono avere, per tutto il loro sviluppo, un efficace e duraturo rivestimento coib
che la temperatura delle superfici esterne non sia in nessun punto mai superiore a 50°C. È amme
rivestimento coibente venga omesso in corrispondenza dei giunti di dilatazione e degli sportelli d'
dei canali da fumo, nonché dei raccordi metallici con gli apparecchi di cui fanno parte i focolari.
I raccordi tra i canali da fumo e gli apparecchi di cui fanno parte i focolari devono essere esclusiv
metallici, rimovibili con facilità e avere spessore non inferiore ad 1/100 del loro diametro medio, n
materiali ferrosi comuni, e spessore adeguato, nel caso di altri metalli.
Sulle pareti dei canali da fumo devono essere predisposte aperture per facili ispezioni e pulizie ad
non superiori a dieci metri, e una ad ogni testata di tratto rettilineo. Le aperture dovranno essere
sportelli di chiusura a tenuta d'aria, formati con doppia parete metallica.
Nei canali da fumo dovrà essere inserito un registro, qualora gli apparecchi di cui fanno parte i focc
possiedano propri dispositivi per la regolazione del tiraggio.
Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelevamenti di campioni, devono essere predispo
pareti dei canali da fumo due fori, uno del diametro di 50 mm e uno del diametro di 80 mm, co
chiusure metalliche, in vicinanza del raccordo con ciascun apparecchio di cui fa parte un focolare.
La posizione dei fori rispetto alla sezione e alle curve o raccordi dei canali, deve rispondere all
prescrizioni date per i fori praticati sui camini.

NORMA DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX.

74.6.3 Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo

I dispositivi accessori per camini e canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del del D.Lgs. 2006, n. 152.
È vietato l'uso di qualunque apparecchio o impianto di trattamento dei fumi funzionante secondo umido che comporti lo scarico, anche parziale, delle sostanze derivanti dal processo adottato, nelle pubbliche o nei corsi di acqua.
Gli eventuali dispositivi di trattamento possono essere inseriti in qualunque punto del percorso purché l'ubicazione ne consenta la facile accessibilità da parte del personale addetto alla conduzio impianti e a quello preposto alla loro sorveglianza.
L'adozione dei dispositivi di cui sopra non esime dall'osservanza di tutte le prescrizioni conter regolamento di cui al D.Lgs. n. 152/2006.
Gli eventuali dispositivi di trattamento, per quanto concerne le altezze di sbocco, le distanze, le materiali e le pareti interne, devono rispondere alle medesime norme stabilite per i camini.
Il materiale che si raccoglie nei dispositivi suddetti deve essere periodicamente rimosso e smaltito normativa vigente in materia di rifiuti.
Tutte le operazioni di manutenzione e di pulizia devono potersi effettuare in modo tale da evitare accidentale dispersione del materiale raccolto.

NORME DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX;
UNI 7550 - *Requisiti delle acque per generatori di vapore e relativi impianti di trattamento* ;
UNI 8065 - *Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile* .

74.6.4 Apparecchi indicatori

Gli impianti termici devono essere dotati degli apparecchi indicatori di cui appresso, allo scopo di c il rilevamento dei principali dati caratteristici relativi alla conduzione dei focolari.
Un termometro indicatore della temperatura dei fumi deve essere installato stabilmente alla base camino. Le indicazioni del termometro, nel caso di focolari, aventi potenzialità superiore ad un m kcal/h, devono essere registrate con apparecchio a funzionamento continuo.
Devono essere installati due apparecchi misuratori delle pressioni relative (riferite a quella atmosfe regnano rispettivamente nella camera di combustione e alla base del camino, per ciascun foc potenzialità superiore ad un milione di kcal/h.
Un apparecchio misuratore della concentrazione volumetrica percentuale dell'anidride carbonica nonché dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno (CO + H2) contenuti nei fumi, deve essere inserit punto appropriato del loro percorso. In sostituzione dell'apparecchio misuratore della concent dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno, può essere adottato un apparecchio misuratore dell'ossi eccesso o anche un indicatore dell'opacità dei fumi. È richiesta un'apparecchiatura composta c dispositivi, come sopra specificato, solamente per ogni focolare di potenzialità superiore a 1.00 kcal/h. Essa deve essere integrata con un dispositivo di allarme acustico riportato in un punto ric idoneo all'atto del collaudo dell'impianto termico. Le indicazioni di questi apparecchi, nel caso di f aventi potenzialità superiore a due milioni di kcal/h, devono essere registrate in maniera continua.
I dati forniti dagli apparecchi indicatori a servizio degli impianti termici aventi potenzialità supe 5.000.000 di kcal/h, anche se costituiti da un solo focolare, devono essere riportati su di u raggruppante i ripetitori e i registratori delle misure, situato in un punto riconosciuto idoneo per u agevole da parte del personale addetto alla conduzione, al collaudo dell'impianto termico.
Tutti gli apparecchi indicatori, ripetitori e registratori delle misure devono essere installati in manie e devono essere tarati e riconosciuti idonei con il collaudo del relativo impianto termico e c successivo controllo.

NORMA DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX.

74.7 Sistemi di espansione

Nel circuito dell'impianto deve essere previsto un sistema per tenere conto dell'aumento di dell'acqua per effetto del riscaldamento. Tale sistema è costituito dal vaso di espansione, che p chiuso o aperto.

74.7.1 Vaso di espansione aperto

Il vaso di espansione aperto deve essere costituito da un recipiente adeguato, in ferro zincato, fibr dotato di coperchio collocato nella parte più alta dell'impianto e allacciato alla rete di distrib mediante:

- tubo di sfogo, per mantenere la pressione atmosferica all'interno del vaso;
- tubo di sicurezza, in funzione della potenza nominale della caldaia e della sua lunghezza virtu trasferire al vaso gli aumenti progressivi di volume del fluido entro il circuito. La lunghezza virtuale di sicurezza è data dallo sviluppo del tubo fino alla sezione di scarico del tubo di sfogo, aument lunghezza equivalente del tubo per tenere conto delle perdite di carico concentrate. Il tubo di sicu avere diametro interno minimo di 18 mm. Il tubo di sicurezza deve partire dalla caldaia e scarica vaso di espansione;
- tubo di raccordo installato nella parte superiore del vaso, eventualmente dotato di saracines operazioni di manutenzione, però da mantenere aperta durante il funzionamento dell'impianto;
- tubo di troppo-pieno, per scaricare il volume di acqua in eccesso dovuto a varie cause. Il cond essere collocato in posizione visibile;
- tubo di alimentazione automatica, per ripristinare il volume del fluido perso per evaporazione o at troppo-pieno.

Il vaso di espansione aperto deve essere dotato di alimentazione automatica con valvola a galleg garantire circa 100 mm di acqua all'interno del serbatoio, quando il sistema è freddo. Il volu d'espansione, alla temperatura massima di regime, deve posizionarsi a circa 50 mm dal tubo di tro Il vaso di espansione deve essere collocato direttamente sulla distribuzione di mandata o di ritorno, secondo le indicazione impartite dalla direzione dei lavori. I vasi di espansione installati all'esterno essere opportunamente protetti dal gelo.

Tabella 81.11 - Diametri minimi del tubo di sicurezza in funzione della lunghezza virtuale

Lunghezza virtuale [m]	Diametro interno [mm]
50	18
40-60	25
60-80	32
80-100	40

74.7.2 Vaso di espansione chiuso

Il vaso di espansione chiuso è costituito da un recipiente chiuso, di cui una parte del volume i occupata dall'acqua e l'altra dall'aria. Esso può essere:

- a membrana, e in questo caso i volumi di gas e d'acqua sono separati da una membrana;
- senza membrana autopressurizzato, e in questo caso i volumi d'aria e d'acqua non sono se membrana;

Il vaso di espansione chiuso può essere collocato in qualsiasi parte dell'impianto.

74.8 Unità terminali a convenzione naturale

74.8.1 Radiatori

I radiatori (ghisa, acciaio, alluminio) conformi alle prescrizioni contrattuali, devono essere inst
distanza non inferiore a 5 cm dalla parete e a 10-12 cm da pavimenti o davanzali di finestre,
consentire una buona circolazione dell'aria e la facile pulizia e manutenzione.
La porzione di parete alle spalle del radiatore deve essere realizzata con idoneo strato di materiale

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8464-1 *Valvole per radiatori. Prescrizioni e prove* ;
UNI EN 442-1 *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti* ;
UNI EN 442-2 *Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione* ;
UNI EN 442-3 *Radiatori e convettori.Valutazione della conformità* ;
UNI EN 215-1 *Valvole termostatiche per radiatori. Requisiti e metodi di prova* .

74.8.2 Piastre radianti

Le piastre radianti sono costituite da piastre metalliche saldate fra di loro in modo da costituire un
condotti entro i quali circola il fluido scaldante. Il riscaldamento dell'aria avviene per convenzione na
Per l'installazione valgono le stesse considerazioni dei radiatori.

74.8.3 Tubi alettati

I tubi alettati entro cui circola il fluido scaldante possono essere collocati a vista o entro appositi c
protettivi in lamiera opportunamente sagomata.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 442-1 *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti* ;
UNI EN 442-2 *Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione* ;
UNI EN 442-3 *Radiatori e convettori.Valutazione della conformità* .

74.8.4 Termoconvettori

I termoconvettori sono dei corpi scaldati composti da tubi alettati, all'interno dei quali circola i
scaldante. L'aria fredda attraverso delle aperture entra dal basso e fuoriesce dall'alto, per eff
movimento ascensionale dovuto alla differenza di temperatura dell'aria stessa.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 442-1 *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti* ;
UNI EN 442-2 *Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione* ;
UNI EN 442-3 *Radiatori e convettori.Valutazione della conformità* .

74.8.5 Pannelli radianti

I pannelli radianti sono costituiti da una serpentina di tubo (acciaio, rame, materiali plastici) entro c
il fluido scaldante.
I pannelli radianti devono essere collocati:
- a parete;
- a pavimenti, inseriti nel sottofondo o in apposita intercapedine;
- a soffitto, collocati nell'intradosso del solaio.

In tutti i casi, devono essere collocati in posizione orizzontale, per evitare la formazione di sacche
possano ostacolare la circolazione del fluido scaldante.
Nei pannelli radianti a pavimento bisogna:
- prevedere giunti e fughe nelle pavimentazioni per consentire le prevedibili dilatazioni termich
danni;
- ricoprire i tubi con caldana di spessore sufficiente.

Il massetto entro cui sono alloggiati i tubi del fluido scaldante deve essere privo di bolle d'aria tr
tubazione. Le pavimentazioni devono essere del tipo a bassa resistenza termica per non limitare
dei pannelli radianti.
Sopra o sotto lo strato di alloggiamento dei tubi deve essere posto uno strato di isolante termico,
la propagazione del calore verso altri ambienti con diversa destinazione o a svantaggio rispetto
interessati.
Il direttore dei lavori potrà impartire altre indicazioni in merito all'installazione dei pannelli radianti,
non espressamente indicate nel progetto esecutivo.

74.9 Verifiche e prove

74.9.1 Verifiche preliminari e prove

Gli impianti di riscaldamento devono essere collaudati con verifiche e prove preliminari da effett
contraddittorio con l'impresa appaltatrice prima dell'ultimazione delle opere murarie, al fine di
meglio intervenire nei casi di non corretto funzionamento o di risultato negativo delle prove.
Un primo controllo è quello di constatare che i materiali forniti o impiegati per la costruzione dell'i
corrispondano alle prescrizioni contrattuali.
Successivamente, si procederà alle prove vere e proprie per la verifica dell'impianto, secondo la no
5634, e precisamente:
- prova idraulica di circolazione dell'acqua fredda, preferibilmente da effettuarsi per tratti d
l'esecuzione dell'impianto e, in ogni caso, ad impianto ultimato;
- prova preliminare di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e/o raffreddanti;
- prova di dilatazione termica del contenuto dell'acqua nell'impianto. La prova viene effettuata st
prima il valore della temperatura di prova del tipo di impianto e degli elementi scaldanti. Per gli i
vapore si stabilisce, invece, il valore della pressione;
- prova di dilatazione termica dei materiali metallici dell'impianto. La prova ha come obiettivo c
valutare soprattutto la dilatazione delle tubazioni, per verificare la presenza di eventuali perdite ne
di deformazioni permanenti con danni eventualmente di tipo estetico per le pareti degli ambienti.
Per gli impianti ad acqua calda, la verifica viene effettuata portando a 90°C la temperatura dell'ac
caldaie, e mantenendola per il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso
condutture e dei corpi scaldanti.
L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore
di 90°C.
Il risultato della prova si ritiene positivo solo quando in tutti i corpi scaldanti l'acqua arrivi alla tem
stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti, e quand
di espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua dell'impianto.
L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore
della pressione nella caldaia. Il risultato della prova si ritiene positivo solo quando il vapore arrivi
scaldanti alla temperatura corrispondente alla pressione prevista, e quando le dilatazioni non abbi
luogo a fughe o deformazioni permanenti.

74.9.2 Tempi di collaudo

Il collaudo definitivo degli impianti di riscaldamento o condizionamento invernale dovrà essere e
durante la prima stagione invernale successiva all'ultimazione per lavori.
In genere, per gli impianti di condizionamento il collaudo sarà effettuato durante un periodo di u
decorrere dalla data di ultimazione dei lavori per tutti i periodi stagionali nei quali è previsto che l'
debba funzionare.
È fondamentale che l'impianto sia stato messo in funzione per almeno due mesi prima del collaudo.

74.9.3 Verifica delle caratteristiche dei locali

Prima delle operazioni di collaudo definitivo, tutti gli ambienti devono rispettare le condizioni no abitabilità. Pertanto, devono essere dotati di infissi esterni e interni, con le caratteristiche cost progetto, e, durante le prove, dovranno essere perfettamente chiusi.

74.9.4 Misura del valore della temperatura esterna

Per la validità delle operazioni di collaudo, è necessario che il valore della temperatura esterna m non risulti troppo discordante da quella prevista negli elaborati progettuali.

Il valore della temperatura esterna media deve essere misurato, alle ore 6 del mattino del giorno o giorni del collaudo, a nord e a 200 cm dal muro dell'edificio, con termometro schermato e posiz modo tale da non essere influenzato da condizioni esterne.

Per temperatura esterna media si intende il valore dell'ordinata media del diagramma di registrazion giornaliera della temperatura. In pratica, il valore ottenuto come media aritmetica delle letture delle temperature massima e minima, misurate alle ore 8 e alle ore 19. Il direttore dei lavori potrà pr misurazione della temperatura alle ore 6 del mattino del giorno della prova.

74.9.5 Misura del valore della temperatura interna. Sfasamento tra le misurazioni delle temperature esterna e interna

Il valore della temperatura interna deve essere misurato nella parte centrale dell'ambiente e ad un'altezz 150 cm dal pavimento. Lo strumento non deve essere influenzato da fonti di calore o effetti radian ambienti di grandi dimensioni, la misura della temperatura in °C viene effettuata in più punti, e s un'altezza di 150 cm dal pavimento, assumendo il valore dato dalla media aritmetica delle misure e In caso di uso di termometri registratori, il valore della temperatura media sarà dato dall'ordinata grafico di registrazione giornaliera della temperatura.

Sui valori della temperatura interna media sono ammesse tolleranze comprese tra −1 e + 2°C ri temperature di contratto. In particolare, per i locali che siano soggetti all'irradiazione solare o eventuali addizioni o sottrazioni di calore, si potranno ammettere tolleranze maggiori fino a due gr o in meno.

Nel caso di molti ambienti, si prenderanno in considerazione soltanto i più importanti e imprenscind

È importante, durante le operazioni di verifica, che gli ambienti siano riscaldati uniformemente.

La temperatura dei locali deve essere misurata dopo che è trascorsa almeno un'ora dalla chiusu finestre e, nel caso di pannelli radianti collocati nel soffitto o su di esso o nella parte alta delle pare un'ora e mezzo dopo la chiusura

È da tener presente che, in una qualunque ora del giorno, per la parte d'impianto a funzionamento c potranno tenere aperte le finestre per 15 minuti.

Fa eccezione il riscaldamento degli ambienti con aerotermi.

Per la valutazione dello sfasamento tra il periodo di rilievo delle temperature esterna e interna e la rilievo della temperatura esterna, può farsi riferimento all'appendice B della norma UNI 5364.

Tabella 81.12 - Durata del rilievo della temperatura esterna

Caratteristiche della parete esterna	Tipo/spessore totale della parete esterna [m]	Capacità termica media		Durata del rilievo della temperatura esterna [ore]	Intervallo tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna [ore]
		kcal/[°C m²]	kJ/K·m²		
Vetro	semplice	1,8	7,5	3	0
Vetro	doppio	2,5	10	6	0
Laterizio	0,05÷0,15	35	146	12	3
Laterizio	0,16÷0,25	70	293	24	6
Laterizio	0,26÷0,35	105	440	24	12
Laterizio	0,36÷0,45	140	586	24	24

Laterizio	0,46÷0,55	175	733	24	48
Laterizio con camera d'aria	0,25÷0,35	35	146	24	4
Laterizio con camera d'aria	0,36÷0,45	55	230	24	6

Per pareti aventi caratteristiche costruttive diverse, si dovrà calcolare la capacità calorifica media e, confronto con i valori della tabella 81.12, si avrà la durata del rilievo e lo sfasamento tra la fine d della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna.

74.9.6 Misura della temperatura media di mandata e di ritorno dell'acqua

La temperatura di mandata dell'acqua è quella riferita alla temperatura dell'acqua di andata, mis corrispondenza del tubo di uscita dal generatore o collettore di uscita in caso di caldaie in parallelo.
La temperatura di ritorno è la temperatura misurata in corrispondenza del tubo di ritorno, o coll ritorno in caso di caldaie in parallelo.
Le suddette temperature, solitamente riferite a valori medi sulla base di diverse letture effettuate della giornata, devono essere misurate con appositi termometri schermati e posizionati in modo t risultare influenzati da condizioni esterne.

74.9.7 Verifica del generatore di calore

74.9.7.1 Limiti delle emissioni

L'art. 286 del D.Lgs. n. 152/2006 stabilisce che le emissioni in atmosfera degli impianti termici potenza termica nominale superiore al valore di soglia devono rispettare i valori limite previsti dalla dell'allegato IX alla parte quinta dello stesso decreto.
I valori di emissione degli impianti devono essere controllati almeno annualmente dal respo dell'esercizio e della manutenzione dell'impianto nel corso delle normali operazioni di contr manutenzione. I valori misurati, con l'indicazione delle relative date, dei metodi di misura utilizz soggetto che ha effettuato la misura, devono essere allegati al libretto di centrale previsto dal agosto 1993, n. 412. Tale controllo annuale dei valori di emissione non è richiesto nei casi prev parte III, sezione 1 dell'allegato IX alla parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006. Al libretto di centra essere allegati, altresì, i documenti che attestano l'espletamento delle manutenzioni necessarie a rispetto dei valori limite di emissione previste dalla denuncia di installazione.
Ai fini del campionamento, dell'analisi e della valutazione delle emissioni degli impianti termic applicano i metodi previsti nella parte III dell'allegato IX alla parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006, riportati.
Il comma 4 del citato art. 286 ha disposto che, con decorrenza dal termine di 180 giorni dalla data in vigore della parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006, l'installatore, contestualmente all'installazio modifica dell'impianto, deve verificare il rispetto dei valori limite di emissione previsti dallo stesso

74.9.7.1.1 Valori di emissione

Sezione 1 – Valori limite per gli impianti che utilizzano i combustibili diversi da biomasse e da biogas

Gli impianti termici civili che utilizzano i combustibili previsti dall'allegato X diversi da biomasse e devono rispettare, nelle condizioni di esercizio più gravose, un valore limite di emissione per le po pari a 50 mg/Nm^3 riferito ad un'ora di funzionamento, esclusi i periodi di avviamento, arresto e gua tenore volumetrico di ossigeno nell'effluente gassoso anidro è pari al 3% per i combustibili liquidi e pari al 6% per i combustibili solidi. I valori limite sono riferiti al volume di effluente gassos rapportato alle condizioni normali.
I controlli annuali dei valori di emissione di cui all'art. 286, comma 2, non sono richiesti se l'im utilizza i combustibili di cui all'allegato X, parte I, sezione II, paragrafo I, lettere a), b), c), d), e) sono regolarmente eseguite le operazioni di manutenzione previste dal D.P.R. 26 agosto 1993, n. 4

Sezione 2 – Valori limite per gli impianti che utilizzano biomasse

Gli impianti termici che utilizzano biomasse di cui all'allegato X D.Lgs. n. 152/2006, devono risp
seguenti valori limite di emissione, riferiti ad un'ora di funzionamento dell'impianto nelle condiz
esercizio più gravose, esclusi i periodi di avviamento, arresto e guasti. Il tenore di ossigeno di rife
pari all'11% in volume nell'affluente gassoso anidro. I valori limite sono riferiti al volume di ef
gassoso secco rapportato alle condizioni normali.

POTENZA TERMICA NOMINALE DELL'IMPIANTO (MW)[11]	>0,15÷<1
POLVERI TOTALI	100 mg/Nm³
CARBONIO ORGANICO TOTALE (COT)	-
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	350 mg/Nm³
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO_2)	500 mg/Nm³
OSSIDI DI ZOLFO (ESPRESSI COME SO_2)	200 mg/Nm³

Sezione 3 – Valori limite per gli impianti che utilizzano biogas

Gli impianti che utilizzano biogas di cui all'allegato X del D.Lgs. n. 152/2006, devono rispettare
limite di emissione indicati nei punti seguenti, espressi in mg/Nm³ e riferiti ad un'ora di funzionamento
dell'impianto nelle condizioni di esercizio più gravose, esclusi i periodi di avviamento, arresto e
valori limite sono riferiti al volume di affluente gassoso secco rapportato alle condizioni normali.
Per i motori a combustione interna i valori limite di emissione, riferiti a un tenore volumetrico di
pari al 5% nell'effluente gassoso anidro, sono quelli di seguito riportati.

POTENZA TERMICA NOMINALE DELL'IMPIANTO	≤3 MW
CARBONIO ORGANICO TOTALE (COT)	150 mg/Nm³
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	800 mg/Nm³
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO_2)	500 mg/Nm³
COMPOSTI INORGANICI DEL CLORO SOTTO FORMA DI GAS O VAPORI (COME HCl)	10 mg/Nm³

Per le turbine a gas fisse i valori limite di emissione, riferiti a un tenore volumetrico di ossigeno par
nell'effluente gassoso anidro, sono quelli di seguito riportati.

POTENZA TERMICA NOMINALE DELL'IMPIANTO	≤3 MW
CARBONIO ORGANICO TOTALE (COT)	-
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	100 mg/Nm³
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO_2)	150 mg/Nm³
COMPOSTI INORGANICI DEL CLORO SOTTO FORMA DI GAS O VAPORI (COME HCl)	5 mg/Nm³

[11] Agli impianti di potenza termica nominale pari o superiore al valore di soglia e non superiore a 0,15 MW si applica un valore limite di emissione per le polveri totali di 200 mg/Nm³

Per le altre tipologie di impianti di combustione i valori limite di emissione, riferiti a un tenore volu
di ossigeno pari al 3%, nell'affluente gassoso anidro, sono quelli di seguito riportati.

POTENZA TERMICA NOMINALE DELL'IMPIANTO	≤ 3 MW
CARBONIO ORGANICO TOTALE (COT)	150 mg/ Nm³
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	300 mg/Nm³
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO_2)	30 mg/Nm³
COMPOSTI INORGANICI DEL CLORO SOTTO FORMA DI GAS O VAPORI (COME HCl)	30 mg/Nm³

Sezione 4 – Metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni

Per il campionamento, l'analisi e la valutazione delle emissioni previste dalle sezioni precedenti si a
i metodi contenuti nelle seguenti norme tecniche e nei relativi aggiornamenti:
UNI EN 1911-1 – *Emissioni da fonte fissa. Metodo manuale per la determinazione dell'HCl. Campionamento dei gas* ;
UNI EN 1911-2 *Emissioni da fonte fissa. Metodo manuale per la determinazione dell'HCl. Assorbimento dei composti gassosi*;
UNI EN 1911-3 *Emissioni da fonte fissa. Metodo manuale per la determinazione dell'HCl. Analisi delle soluzioni di assorbimento e calcoli* ;
UNI EN 13284-1 *Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni. Metodo manuale gravimetrico* ;
UNI EN 12619 *Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa del carbonio organico totale in forma gassosa a basse concentrazioni in effluenti gassosi. Metodo in continuo con rivelatore a ionizzazione di fiamma* ;
UNI EN 13526 *Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa del carbonio organico totale in forma gassosa in effluenti gassosi provenienti da processi che utilizzano solventi. Metodo in continuo con rivelatore a ionizzazione di fiamma* ;
UNI 10393 – *Misure alle emissioni. Determinazione del biossido di zolfo nei flussi gassosi convogliati. Metodo strumentale con campionamento estrattivo diretto* ;
UNI EN 15058 *Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di monossido di carbonio (CO). Metodo di riferimento: spettrometria a infrarossi non dispersiva* ;
UNI 9970 – *Misure alle emissioni. Determinazione degli ossidi di azoto in flussi gassosi convogliati. Metodo all'acido fenoldisolfonico* .
Per la determinazione delle concentrazioni delle polveri, le norme tecniche di cui sopra non si a
nelle parti relative ai punti di prelievo.
Per la determinazione delle concentrazioni di ossidi di azoto, monossido di carbonio, ossidi di
carbonio organico totale, è consentito anche l'utilizzo di strumenti di misura di tipo elettrochimico.
Per gli impianti di cui alla sezione 2 o alla sezione 3, in esercizio alla data di entrata in vigore del
152/2006, possono essere utilizzati i metodi in uso ai sensi della normativa previgente.

74.9.7.2 Misura della temperatura dei fumi

Al fine di agevolare analisi e campionamenti devono essere predisposti alla base del camino due fo
sull'asse del camino con relativa chiusura a tenuta. In caso di impianti con potenza termica n
superiore a 580 kW, due identici fori devono essere predisposti anche alla sommità dei camini in
accessibile per le verifiche. La distanza di tali fori dalla bocca non deve essere inferiore a cinque
diametro medio della sezione del camino, e comunque ad 1,50 m. In ogni caso, i fori devono
diametro idoneo a garantire l'effettiva realizzazione di analisi e campionamenti.

I fori alla base del camino devono trovarsi in un tratto rettilineo del camino e a distanza non in
cinque volte la dimensione minima della sezione retta interna, da qualunque cambiamento di direz
sezione. Qualora esistano impossibilità tecniche di praticare i fori alla base del camino alla distanza
questi possono essere praticati alla sommità del camino con distanza minima dalla bocca di 1
posizione accessibile per le verifiche.

NORMA DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX.

74.9.7.3 Rendimento della combustione

La direzione dei lavori, con la messa in esercizio dell'impianto dovrà verificare il rendimento del ge
di calore e la valutazione della perdita del calore sensibile per kg di combustibile.

Art. 75. Impianti di climatizzazione

75.1 Requisiti dell'impianto di climatizzazione

L'impianto di climatizzazione, conformemente al progetto esecutivo, deve assicurare negli a
specifici:
- una determinata temperatura;
- una determinata umidità relativa;
- un determinato rinnovo dell'aria.

L'aria immessa, sia essa esterna, di rinnovo o ricircolata, è di regola filtrata.
La climatizzazione può essere:
- soltanto invernale, nel qual caso la temperatura ambiente è soggetta alle limitazioni previste da
disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici;
- soltanto estiva;
- estiva e invernale.

Qualunque sia il sistema di climatizzazione, deve essere assicurata la possibilità di una regolazion
almeno della temperatura e per i locali principali.
Qualora l'impianto serva una pluralità di unità immobiliari, ciascuna di tali unità deve essere
separatamente, ai fini della possibilità della contabilizzazione dell'energia utilizzata.
Per quanto concerne le prescrizioni in vigore e le normative da osservare, si fa espresso riferim
prescrizioni valide per gli impianti di riscaldamento.

75.2 Sistemi di climatizzazione

75.2.1 Classificazione

La climatizzazione viene classificata secondo uno dei criteri seguenti:
- impianti cosiddetti *tutt'aria*, in cui l'aria, convenientemente trattata centralmente, viene immessa
singoli locali con caratteristiche termo-igrometriche tali da assicurare le condizioni previste;
- impianti in cui l'aria viene trattata localmente nella, o nelle, batterie di apparecchi singoli. Tali ba
riscaldanti, sono alimentate con acqua calda o con vapore; se raffreddanti, invece, sono alimentate
refrigerata, oppure si prevede l'evaporazione di un fluido frigorigeno entro le batterie in questione;
- impianti cosiddetti *ventilconvettori*, in cui l'aria ambiente viene fatta circolare mediante un
elettroventilatore. Nei cosiddetti *induttori* l'aria ambiente viene richiamata attraverso le batterie, per l'effet
induttivo creato dall'uscita da appositi ugelli (eiettori) di aria primaria, immessa nell'apparecchio
ad alta velocità.

Il rinnovo dell'aria negli impianti con ventilconvettori può avvenire:
- per ventilazione naturale dell'ambiente e quindi in misura incontrollabile;

- per richiamo diretto dall'esterno, da parte di ciascun apparecchio, attraverso un'apposita apertura nella parete;
- con l'immissione, mediante una rete di canalizzazioni, di aria cosiddetta primaria trattata centralm

Negli impianti con induttori, il rinnovo avviene mediante l'aria ad alta velocità trattata centralmente luogo all'effetto induttivo e che, in parte o totalmente, è aria esterna.
Negli impianti con aria primaria questa, di regola, soddisfa essenzialmente le esigenze igrometrich gli apparecchi locali operano, di regola, sul solo calore sensibile.

75.2.2 Gestione

L'impianto di climatizzazione può essere dal punto di vista gestionale:
- autonomo, quando serve un'unica unità immobiliare;
- centrale, quando serve una pluralità di unità immobiliari di un edificio, o di un gruppo di edifici.

Gli impianti e i condizionatori autonomi destinati alla climatizzazione di singoli locali devono risp alle norme CEI e UNI loro applicabili.

75.3 Componenti degli impianti di climatizzazione

Tutti i componenti destinati al riscaldamento dei locali devono avere attestato di conformità.
I componenti degli impianti di condizionamento dovranno, comunque, essere conformi alle norm UNI, mentre gli apparecchi di sicurezza e di protezione dovranno essere provvisti di certificato di co come indicato per gli impianti di riscaldamento. Inoltre, i componenti degli impianti in questione:
- devono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente ir rimossi nei locali di loro pertinenza, ai fini della loro revisione, o dell'eventuale sostituzione;
- devono essere in grado di non provocare danni alle persone o alle cose, se usati correttamente e alla manutenzione prescritta.

La rumorosità dei componenti, in corso di esercizio, deve essere contenuta, eventualmente con l idonei apprestamenti, entro limiti tali da non molestare né gli utilizzatori né i terzi.
Di tutti i dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo, devono essere rese chiaramente indiv cause di intervento, onde renderne possibile l'eliminazione.

75.4 Gruppi frigoriferi

I gruppi frigoriferi possono fornire all'evaporatore acqua refrigerata da far circolare nelle batte raffreddamento dell'aria, oppure prevedere l'espansione nelle batterie di raffreddamento del frigorigeno (batterie ad espansione diretta).
I gruppi frigoriferi possono essere:
- azionati meccanicamente (di regola mediante motori elettrici), e si tratta di compressori alter compressori a vite, e di compressori centrifughi, oppure possono utilizzare energia termica, sotto vapore o acqua surriscaldata, e si tratta dei gruppi frigoriferi veri e propri;
- ad assorbimento (di regola al bromuro di litio), nei quali la potenza meccanica assorbita è tra rispetto alla potenza frigorifera prodotta.

In ogni caso, la potenza frigorifica resa deve corrispondere alla potenza massima richiesta dall'impi potenza meccanica o termica assorbita deve essere compatibile con quella sicuramente disponibile.
Salvo il caso di piccole potenze (5 kW), la potenza frigorifica deve essere parzializzabile così da alla variabilità del carico.
Oltre alle valvole di sicurezza, applicate al condensatore e all'evaporatore, prescritte per tutti gli ap pressione di capacità superiore a 25 litri (e pertanto provviste di certificato di conformità), ogni refrigerato deve essere provvisto di idonei apparecchi per il controllo del funzionamento (manometri sull'alt bassa pressione, manometro per la misura della pressione dell'olio, termometri sulla mandata e s dell'acqua refrigerata, nonché sull'ingresso e sull'uscita del fluido di raffreddamento), e, altre apparecchiature di protezione atte ad arrestare il gruppo in caso di:
- pressione temperatura troppo alta (pressostato di massima);

- pressione temperatura troppo bassa (pressostato di minima);
- pressione troppo bassa dell'olio lubrificante (pressostato sul circuito dell'olio);
- temperatura troppo bassa dell'aria refrigerata (termostato antigelo);
- arresto nella circolazione del fluido raffreddante.

Nei gruppi ad assorbimento a bromuro di litio, l'apparecchiatura deve essere idonea ad intervenire casi in cui può verificarsi la cristallizzazione della soluzione.

75.5 Raffreddamento del gruppo frigorifero

Qualunque sia il tipo del gruppo frigorifero, è indispensabile l'impiego di un fluido per il raffreddame condensatore nei gruppi azionati meccanicamente, e del condensatore e dell'assorbitore nei g assorbimento.

A tale scopo si deve impiegare acqua fredda, proveniente dall'acquedotto, o da altre fonti, oppu raffreddata per evaporazione nelle cosiddette *torri di raffreddamento* .

Nel caso di gruppi frigoriferi azionati meccanicamente, il raffreddamento per evaporazione può a all'interno dello stesso condensatore (condensatore evaporativo).

Occorre, in ogni caso, assicurarsi della portata disponibile e, se si tratta di acqua prelevata dall'acq da altre sorgenti, occorre poter contare su temperature determinate.

L'acqua proveniente da fonti esterne quali sorgenti, fiumi, laghi e mare, deve essere assoggettata a filtrazione e ad eventuali trattamenti, onde evitare fenomeni di corrosione, incrostazioni e intasame

È necessario, in ogni caso:

- prevedere un adeguato spurgo dell'acqua in circolazione onde evitare eccessiva concentrazion disciolti;
- prevedere la protezione invernale dal gelo delle torri (vuotamento del bacino o riscaldamento del esso contenuta).

Il raffreddamento del condensatore può essere attuato mediante circolazione di aria esterna (conde aria), nel qual caso occorre assicurarsi che l'aria esterna possa affluire nella misura necessaria e c espulsa possa defluire senza mescolarsi con la prima e senza arrecare danni in conseguenza del contenuto di vapore acqueo.

Ogni qualvolta venisse meno la circolazione del fluido raffreddante, deve avvenire l'arresto autom gruppo frigorifero.

75.6 Circolazione dei fluidi

75.6.1 Pompe di circolazione

L'acqua di raffreddamento, nei gruppi frigoriferi raffreddati ad acqua, deve circolare in quanto condo pressione oppure per opera di pompe. Questo secondo caso vale anche per quanto riguarda con evaporativi e torri di raffreddamento.

L'acqua refrigerata deve circolare unicamente per opera di pompe. Tenendo conto della temp dell'acqua, della caduta di temperatura (circa 5°C) e dell'attraversamento, rispettivamente, del con e dell'evaporatore, la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in 1/150 della potenza frigorife le pompe di raffreddamento e in 1/100 per le pompe dell'acqua refrigerata.

Per quanto concerne caratteristiche e accessori delle pompe, si rimanda alle prescrizioni per gli im riscaldamento.

Per quanto concerne le pompe impiegate per il refrigerante e per la soluzione nei gruppi ad assorb devono usare pompe ermetiche speciali che fanno parte integrante del gruppo.

75.6.2 Ventilatori

Negli impianti ad induzione il ventilatore centrale deve fornire aria a pressione sufficientemente el vincere la resistenza nei condotti, percorsi ad alta velocità, e per determinare l'effetto induttivo usc appositi eiettori.

La potenza assorbita varia, ovviamente, secondo la portata e la prevalenza necessarie. In impianti
la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in un valore dell'ordine di 1/50 della potenza frigor

75.7 Distribuzioni dei fluidi termo vettori

75.7.1 Tubazioni

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamen
quanto riguarda la climatizzazione estiva, invece, la rete di tubazioni deve comprendere:
– le tubazioni della centrale frigorifica;
– la rete dell'acqua di raffreddamento nel caso in cui il gruppo frigorifero sia raffreddato ad acqua;
– le tubazioni di allacciamento alle batterie dei gruppi condizionatori; e, nel caso di apparecchi local
– la rete di distribuzione dell'acqua refrigerata che, a sua volta, comprende:
- la rete orizzontale principale;
- le colonne montanti;
- eventuali reti orizzontali;
- gli allacciamenti ai singoli apparecchi locali.
– la rete di scarico di eventuali condensazioni;
– la rete di sfogo dell'aria.

Di regola, la temperatura dell'acqua refrigerata che alimenta le batterie raffreddanti dei gruppi condi
è più bassa di quella dell'acqua che alimenta gli apparecchi locali, qualora alla deumidificazione de
serviti da tali apparecchi si provveda con aria primaria. In tal caso, vi sono reti separate, a ter
diversa.

Le reti di distribuzione possono essere:
- a quattro tubi (di cui due per il riscaldamento e due per il raffreddamento);
- a due tubi, alimentati, alternativamente, con acqua calda e con acqua refrigerata, secondo le stagi

Ferme restando le prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, le tubazioni di acqua fredda
raffreddamento del gruppo frigorifero e le tubazioni di acqua refrigerata devono essere coibentate
l'acqua giunga agli apparecchi alla temperatura prevista e non si verifichino fenomeni di condensazi
inoltre, applicata una valida barriera al vapore, senza soluzione di continuità, onde evitare
condensazione si verifichi sulla superficie dei tubi con conseguenti danneggiamenti ai tubi stess
coibentazione.

Tubazioni particolari sono quelle impiegate per il collegamento alle batterie ad espansione diret
circola il fluido frigorigeno liquido. Fornite di regola dai produttori degli apparecchi già precaricat
tubazioni devono essere a perfetta tenuta, coibentate e sufficientemente elastiche, affinché le vib
gruppo non ne causino la rottura.

75.7.2 Canalizzazioni

Salvo il caso in cui si impieghino apparecchi locali a ventilazione (ventilconvettori) senza apporto
primaria, le reti di canali devono permettere, negli impianti a tutt'aria, la distribuzione dell'aria tra
ripresa dell'aria da ricircolare e/o espellere.

Le canalizzazioni di distribuzione possono essere costituite:
- da un unico canale;
- da due canali con terminali per la miscelazione;
- da due canali separati.

Per ciò che concerne le caratteristiche delle canalizzazioni e delle bocche di immissione e di rip
rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.

I canali di distribuzione dell'aria devono essere coibentati nei tratti percorsi in ambienti non climatiz
evitare apporti o dispersioni di calore. I canali che condottano aria fredda devono essere coibentati
locali climatizzati e completati con barriera al vapore, allo scopo di impedire fenomeni di condensaz
oltretutto danneggiano i canali stessi e la coibentazione.

Di massima, l'aria non deve essere immessa a temperatura minore di 13°C o maggiore di 16°C ris
temperatura ambiente.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 12237 *Ventilazione degli edifici. Reti delle condotte. Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica*.

75.8 Apparecchi per la climatizzazione

75.8.1 Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori)

I gruppi di trattamento dell'aria sono gli apparecchi, allacciati alle reti di acqua calda e di acqua ref
nei quali avviene il trattamento dell'aria, sia quella destinata alla climatizzazione dei locali, negli in
tutt'aria, sia quella primaria, impiegata negli impianti con apparecchi locali.
Se destinato a servire più zone (gruppo multizone), il gruppo potrà attuare due diversi trattamenti
alimentare i vari circuiti di canali, previa miscelazione all'ingresso mediante coppie di serrande.
Se destinato a servire un impianto a doppio canale, la miscela dell'aria prelevata dai due canali
mediante cassette miscelatrici terminali.
Dei filtri occorre stabilire il grado di filtrazione richiesto, che può essere assai spinto nei cosidde
assoluti.
I filtri devono poter essere rimossi e applicati con facilità, e se ne deve prescrivere tassativa
periodica pulizia o sostituzione.
Le batterie devono avere la potenza necessaria tenendo conto di un adeguato fattore di sporca
devono essere dotate di organi di intercettazione e di regolazione.
Il complesso di umidificazione può essere del tipo cosiddetto *a ugelli vaporizzatori*, alimentati direttamente
da una condotta in pressione, oppure con acqua prelevata da una bacinella all'interno del gruppo e s
una pompa ad hoc (umidificazione adiabatica). In tal caso, deve essere reso agevole l'accesso ag
alla bacinella per le indispensabili operazioni periodiche di pulizia.
Nel caso di impiego di vapore vivo, questo deve essere ottenuto da acqua esente da qualsiasi
additivi.
In corrispondenza ad eventuali serrande, automatiche o manuali, deve essere chiaramente in
posizione di chiuso e aperto.
A monte e a valle di ogni trattamento (riscaldamento, umidificazione, raffreddamento, deumidifica
devono installare termometri o prese termometriche ai fini di controllare lo svolgimento del ciclo pr

75.8.2 Unità terminali a convenzione forzata. Ventilconvettori

Le unità terminali a convenzione forzata possono essere costituite da una batteria unica, ali
alternativamente da acqua calda e acqua refrigerata secondo le stagioni, oppure da due batte
alimentata con acqua calda e l'altra con acqua refrigerata.
Il ventilatore deve poter essere fatto funzionare a più velocità, così che nel funzionamento no
rumorosità sia assolutamente trascurabile.
La regolazione può essere del tipo cosiddetto *sul lato aria* (col semplice arresto o messa in moto del
ventilatore), oppure può operare sulla temperatura dell'acqua.
In ogni caso, l'apparecchio deve poter essere separato dall'impianto mediante organi di intercett
tenuta.
In caso di uso per raffrescamento, il ventilconvettore dovrà essere dotato di opportuno tubo di pla
diametro interno di 30÷40 mm), per lo smaltimento della condensa per gravità.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7940-1 *Ventilconvettori. Condizioni di prova e caratteristiche* (norma ritirata senza sostituzione);

UNI 7940-2 – *Ventilconvettori. Metodi di prova* (norma ritirata senza sostituzione);
UNI EN 1397 – *Scambiatori di calore. Ventilconvettori ad acqua. Procedimenti di prova per la determinazione delle prestazioni* .

75.8.3 Induttori

Negli induttori l'aria viene spinta attraverso ugelli eiettori, e occorre, pertanto, che la pressione nec
limitata (5-10 mm cosiddetta), onde evitare una rumorosità eccessiva.
Delle batterie secondarie alimentate ad acqua calda e refrigerata, occorre prevedere la sep
dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

75.8.4 Espansione dell'acqua dell'impianto

Nel caso di acqua refrigerata, deve essere previsto un vaso di espansione per prevenire i danni de
limitata, dilatazione del contenuto, passando dalla temperatura minima ad una temperatura magg
può essere quella dell'ambiente.

75.8.5 Regolazioni automatiche. Tolleranze massime

Le regolazioni automatiche devono essere in grado di assicurare i valori convenuti entro le to
massime previste. Si considerano accettabili tolleranze:
- di 1°C, soltanto in più, nel riscaldamento;
- di 2°C, soltanto in meno, nel raffreddamento;
- del 20%, in più o in meno, per quanto concerne l'umidità relativa (a meno che non sia stato
diversamente nel progetto esecutivo).
Ove occorra, le regolazione deve poter essere attuata manualmente con organi adeguati, accessibili

75.8.6 Alimentazione e scarico dell'impianto

A servizio delle batterie di raffreddamento ovunque installate (nei gruppi centrali o negli apparecch
deve essere prevista una rete di scarico del condensato.
Negli apparecchi locali con aria primaria, la temperatura dell'acqua destinata a far fronte a carichi
calore sensibile è abbastanza elevata (circa 12°C), e l'aria primaria mantiene un tasso di umidita
abbastanza basso. Tuttavia, la rete di scarico si rende parimenti necessaria, in quanto, so
all'avviamento, si presentano nei locali condizioni atte a dar luogo a fenomeni di condensazion
batterie.

75.8.7 Verifiche del direttore dei lavori e oneri per l'esecutore

Il direttore dei lavori, dopo la realizzazione dell'impianto di climatizzazione deve eseguire la verifi
dell'opera, e farsi rilasciare dall'esecutore la dichiarazione di conformità dell'impianto, come prescr
D.M. n. 37/2008.
L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornam
piano di manutenzione dell'opera.
L'appaltatore dovrà curare gli impianti di climatizzaazione fino alla conclusione del collaudo te
amministrativo o all'emissione del certificato di regolare esecuzione, prevenendo eventuali danneg
durante l'esecuzione dei lavori.

NORME DI RIFERIMENTO

D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 – *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici* ;
UNI 8199 – *Acustica. Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione. Linee guida contrattuali e modalità di misurazione* ;

UNI 8852 - *Impianti di climatizzazione invernali per gli edifici adibiti ad attività industriale e artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta e il collaudo* ;
UNI 11169 - *Impianti di climatizzazione degli edifici. Impianti aeraulici ai fini di benessere. Procedure per il collaudo*;
UNI EN 15240 - *Ventilazione degli edifici. Prestazione energetica degli edifici. Linee guida per l'ispezione degli impianti di climatizzazione* ;
UNI EN 15243 - *Ventilazione degli edifici. Calcolo delle temperature dei locali, del carico termico e dell'energia per edifici dotati di impianto di climatizzazione degli ambienti* ;
UNI EN ISO 13791 - *Prestazione termica degli edifici. Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione. Criteri generali e procedure di validazione* ;
UNI EN ISO 13792 - *Prestazione termica degli edifici. Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione. Metodi semplificati* ;
UNI EN 13779 - *Ventilazione degli edifici non residenziali. Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione.*

Art. 76. Impianti elettrici[12]

76.1 Qualità dei materiali e marcatura dei materiali

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle pres progettuali e devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, t all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.
I componenti elettrici previsti da specifiche direttive europee devono riportare il marchio CE

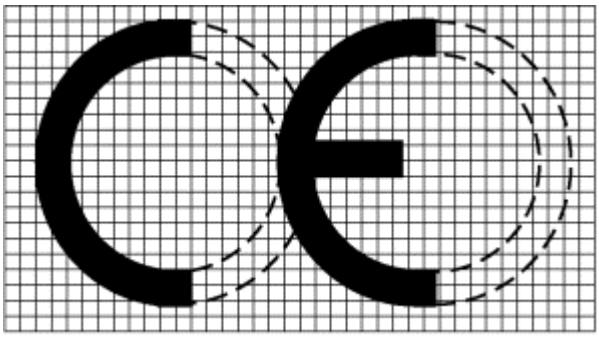


Figura 83.1 - Marchio CE

I componenti elettrici previsti dalla legge n. 791/1977, e per i quali esista una specifica norma, essere muniti di marchio CE o di altro marchio di conformità (rilasciato da un laboratorio riconosciuto o organismi competenti), oppure di dichiarazione di conformità alla norma rilasciata dal costruttore.

[12] http://www.capitolatitecnici.it, a cura della federazione ANIE, aderente a Confindustria, che rappresenta le principali imprese elettrotecniche ed elettroniche che operano in Italia.



Figura 83.2 - Marchio IMQ

I componenti elettrici non previsti dalla legge n. 791/1977 o senza norme di riferimento dovranno e
comunque conformi alla legge n. 186/1968.
Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbo
delCEI e la lingua italiana.

NORME DI RIFERIMENTO

I materiali elettrici devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:
Legge 1° marzo 1968, n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiatur
macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
Legge 18 ottobre 1977, n. 791 Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (
72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato
utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
D.M. 10 aprile 1984 Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati d
apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;
Legge 9 gennaio 1989, n. 13 Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barrie
architettoniche negli edifici privati;
Legge 17 aprile 1989, n. 150 Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernent
costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;
D.M. 14 giugno 1989, n. 236 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e
visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai
superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;
Legge 5 marzo 1990, n. 46 Norme per la sicurezza degli impianti;
D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447 Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in mater
sicurezza degli impianti;
D.M. 22 febbraio 1996 Modello di dichiarazione di conformità;
D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodott
costruzione;
D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di CE di marcatura
materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE s
ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per asce
montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio;
D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia
installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a
impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
D.M. 10 marzo 2005 Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle oper
le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;
D.M. 15 marzo 2005 Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in atti
disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classif
europeo;

D.M. 28 aprile 2005 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazion costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi;
D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, com 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di a installazione degli impianti all'interno degli edifici.

76.2 Oneri specifici per l'appaltatore

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e, ove possibile, campioni di almeno tre marche componente dell'impianto, per consentire la scelta al direttore dei lavori.
Per i corpi illuminanti, l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi lo materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.
L'appaltatore dovrà curare gli impianti elettrici fino alla conclusione del collaudo tecnico-amministr all'emissione del certificato di regolare esecuzione, prevenendo eventuali danneggiamenti l'esecuzione dei lavori.
Le eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali esecutive dovranno segnalate tempestivamente al direttore dei lavori.
L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornam piano di manutenzione dell'opera.

76.3 Modalità di esecuzione degli impianti elettrici

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali e la corretta te personale adeguato alla tipologia degli impianti, addestrato e dotato delle necessarie attrezzature.
Gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1° marzo 1968.
La rispondenza alle vigenti norme di sicurezza deve essere attestata con la procedura di cui al D.M. 22 gennaio 2008, n. 37
Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di con dell'impianto, come previsto dal D.M. n. 37/2008.

76.4 Cavi e conduttori

76.4.1 Definizioni

Si premettono le seguenti definizioni:
- con il termine *cavo* si indicano tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo;
- con il termine *condutture* si indicano i prodotti costituiti da uno o più cavi e dagli elementi che assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.

In relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione, le condutture in partenza dal quadro gene nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:
- condutture di distribuzione attraverso montante, a sviluppo prevalentemente verticale;
- condutture di distribuzione attraverso dorsali, a sviluppo prevalentemente orizzontale;
- condutture di distribuzione diretta agli utilizzatori.

76.4.2 Tipologie

I cavi delle linee di energia possono essere dei seguenti tipi:
- tipo A: cavi con guaina per tensioni nominali U_0/U = 300/500, 450/750 e 0,6/1 Kv;
- tipo B: cavi senza guaina per tensione nominale U_0 = 450/750V;
- tipo C: cavi con guaina resistenti al fuoco;
- tipo D: cavi con tensioni nominali U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45 kV.

76.4.3 Distinzione dei cavi attraverso i colori

I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attr
colorazione delle guaine esterne.
Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili
rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma CEI UNEL 00722
(HD 308).
Per tutti i cavi unipolari senza guaina cordine sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marron
arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza gu
essere utilizzata la combinazione:
- bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;
- colore blu per il conduttore di neutro.
Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo) e bianco (polo neg
Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro
nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma CEI UNEL 00721
Nell'uso dei colori devono essere rispette le seguenti regole:
- il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
- il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro. Quando il neutro non è distribuito, l'
colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. In tal caso, detta a
essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone
- sono vietati i singoli colori verde e giallo.

76.4.4 Comportamento al fuoco

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:
- cavi non propaganti la fiamma, conformi alle norme CEI 20-35 (EN 60332-1-2) che tratta la verifica della non
propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;
- cavi non propaganti l'incendio, conformi alle norme CEI 20-22 (EN 50266) che tratta la verifica della non
propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio e in posizione verticale, in accordo alla
minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 kg/m oppure 5 kg/m
parte 3 (1,5 l/m);
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi LS0H, risp
alla norma CEI 20-22 (EN 50266) per la non propagazione dell'incendio, e alle norme CEI 20-37 (EN
50267 e EN 61034) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;
- cavi LS0H resistenti al fuoco conformi alle norme della serie CEI 20-36 (EN 50200- 50362) che tratta la
verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di temp
l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fum
gas tossici e corrosivi.
L'appaltatore deve utilizzare esclusivamente cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emission
e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative non obbligatoriamente previste dalla no

76.4.5 Posa in opera delle condutture

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una c
installazione si rimanda alle indicazioni delle norme CEI 11-17, CEI 20-40, CEI 20- 67 e 20-XX (in
preparazione).
La posa in opera delle condutture può essere in:
- tubo, ovvero costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo, il quale può essere incassato,
interrato;
- canale, ovvero costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio;
- vista, nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (per
graffette o collari);

- condotto, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute dalla costruz strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera;
- cunicolo, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con mobile;
- su passerelle, ovvero costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di soste coperchio;
- galleria, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

76.4.6 Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari

I cavi di alimentazione dei circuiti di sicurezza devono essere indipendenti da altri circuiti.
I cavi dei circuiti sav devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1. 528.1.1 della norma CEI 64-8
I cavi dei circuiti hv possono essere installati unitamente ai cavi di energia.
I cavi di circuiti separati, derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipende circuiti.

76.4.7 Norme di riferimento generali e per tipologie dei cavi

I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici uti devono essere conformi alle seguenti norme:

a) requisiti generali:

CEI-UNEL 00722 – *Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali Uo/U non superiori a 0,6/1 kV* ;
CEI UNEL 00721 – *Colori di guaina dei cavi elettrici* ;
CEI UNEL 00725 (EN 50334) – *Marcatura mediante inscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici*;
CEI-UNEL 35024-1 – *Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria* ;
CEI-UNEL 35024-2 – *Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria* ;
CEI-UNEL 35026 – *Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria e interrata* ;
CEI UNEL 35027 – *Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Generalità per la posa in aria e interrata;*
CEI 16-1 – *Individuazione dei conduttori isolati* ;
CEI 20-21 (serie) – *Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente* ;
CEI 11-17 – *Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo;*
CEI 20-40 (HD 516) – *Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;*
CEI 20-67 – *Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV* ;
CEI 20-XX – *Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione* ;

b) cavi tipo A (I categoria) = cavi con guaina per tensioni nominali Uo/U = 300/500, 450/750 e 0,6/1 kV

CEI 20-13 – *Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV* ;

CEI-UNEL 35375 - *Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale Uo/U: 0,6 / 1 k* V;
CEI-UNEL 35376 - *Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale Uo/U: 0,6/ 1 kV* ;
CEI-UNEL 35377 - *Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo. Tensione nominale Uo/U: 0,6 / 1 kV*;
CEI UNEL 35382 - *Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro). Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV – LSOH*;
CEI UNEL 35383 - *Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni* ;

c) cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV – LSOH

CEI UNEL 35384 - *Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV – LSOH* ;
CEI 20-14 - *Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV* ;
CEI-UNEL 35754 - *Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV*;
CEI-UNEL 35755 – *Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale Uo/U: 0,6 / 1 kV* ;
CEI-UNEL 35756 - *Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale Uo/U: 0,6 / 1 kV* ;
CEI-UNEL 35757 - *Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari per posa fissa con conduttori flessibili, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV*;
CEI 20-19 - *Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V* ;
CEI 20-20 - *Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V* ;
CEI 20-38 - *Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. LSOH*;
CEI-UNEL 35369 - *Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH* ;
CEI-UNEL 35370 - *Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH* ;
CEI-UNEL 35371 - *Cavi per comandi e segnalazioni, isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH* ;

IMQ CPT 007 – *Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V – FROR 450/750 V* ;
IMQ CPT 049 – *Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH). Tensione nominale U0/U non superiore a 450/750 V – FM9OZ1 – 450/750 V – LSOH* ;

d) cavi tipo B = cavi senza guaina per tensione nominale *U0/U* = 450/750V

CEI 20-20/3 – *Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi senza guaina per posa fissa* ;
CEI-UNEL 35752 – *Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale Uo/U: 450/750 V* ;
CEI-UNEL 35753 – *Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale Uo/U: 450/750 V* ;
CEI-UNEL 35368 – *Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale Uo/U: 450/750 V* ;
IMQ CPT 035 – *Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale Uo/U non superiore a 450/750 V* ;

e) cavi tipo C = cavi resistenti al fuoco
CEI 20-39 – *Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V*;
CEI 20-45 – *Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale Uo/U di 0,6/1 kV. LSOH* ;

f) cavi tipo D (II categoria) = cavi con tensioni nominali *U0/U* = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45 kV
CEI 20-13 – *Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV* ;
IEC 60502 – *IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV).*

76.4.8 Norme di riferimento per il comportamento al fuoco
CEI EN 60332 (CEI 20-35) – *Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio. Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato* ;
CEI EN 50266 (CEI 20-22) – *Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio. Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio* ;
CEI EN 50267 (CEI 20-37) – *Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio. Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi* ;
CEI EN 61034 (CEI 20-37) – *Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite*.

76.4.9 Sezioni minime dei conduttori
Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da s soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di te ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:
– conduttori di fase: 1,5 mm^2 (rame) per impianti di energia;
– conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm^2 (rame);

– conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti m
qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttor
sia inferiore o uguale a 16 mm^2. Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezion
superiore a 16 mm^2, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddi
contemporaneamente le seguenti condizioni:
- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il con
neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla
ridotta del conduttore di neutro;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm^2
– conduttori di protezione: devono avere sezioni di:.....
Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezion
deve essere:
- 2,5 mm^2 (rame) se protetto meccanicamente;
- 4 mm^2 (rame) se non protetto meccanicamente.
Per il conduttore di protezione montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a
mm^2.
– conduttore di terra:
- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, e non inferiore a 16 mm^2 in rame o ferro zincato;
- non protetto contro la corrosione, e non inferiore a 25 mm^2 (rame) o 50 mm^2 (ferro);
- protetto contro la corrosione meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non
devono essere inferiori ai valori della Tabella CEI-UNEL 35026. Se dall'applicazione di questa tabella risulta
una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.
– conduttore PEN (solo nel sistema TN): non inferiore a 10 mm^2 (rame);
– conduttori equipotenziali principali: non inferiori alla metà della sezione del conduttore di protezione
principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2 (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25
mm^2 (rame);
– conduttori equipotenziali supplementari:
- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione;
- fra massa e massa estranea, sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a 2,5 mm^2 (rame) se protetto
meccanicamente, e a 4 mm^2 (rame) se non protetto meccanicamente.
Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

76.5 Tubazioni ed accessori per installazioni elettriche

Tutte le tubazioni di protezione dei cavi elettrici dovranno essere di tipo flessibile in PVC pesante
antischiacciamento, di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti Norme CEI.
In generale, i sistemi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza m
alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa sia durante l'esercizio.

76.5.1 Posa in opera in generale e in condizioni particolari

L'installazione o posa in opera delle tubazioni di protezione potrà essere del tipo:
- a vista;
- sottotraccia nelle murature o nei massetti delle pavimentazioni;
- annegamento nelle strutture in calcestruzzo prefabbricate;
- interramento (CEI EN 50086-2-4).
In condizioni particolari, devono essere rispettate le seguenti norme e materiali:
– sottotraccia nelle pareti o in murature:
- PVC flessibile leggero (CEI 23-14);
- PVC flessibile pesante (CEI 23-14).
– sottotraccia nel massetto delle pavimentazioni:

- PVC flessibile pesante (CEI 23-14);
- PVC rigido pesante (CEI 23-8).

– tubo da collocare in vista (ambienti ordinari):
- PVC flessibile pesante (CEI 23-14);
- PVC rigido pesante (CEI 23-8);
- tubo PVC rigido filettato (CEI 23-25 e CEI 23-26);
- guaine guida cavi (CEI 23-25).

– tubo da collocare in vista (ambienti speciali):
- PVC rigido pesante (CEI 23-8);
- in acciaio (CEI 23-28);
- in acciaio zincato (UNI 3824-74);
- tubo PVC rigido filettato (CEI 23-25 e CEI 23-26);
- guaine guida cavi (CEI 23-25).

– tubo da interrare:
- PVC rigido pesante (CEI 23-8);
- PVC flessibile pesante (CEI 23-14);
- cavidotto (CEI 23-29);
- guaine guida cavi (CEI 23-25).

Il tracciato dei tubi protettivi sulle pareti deve avere un andamento rettilineo orizzontale o verticale di andamento orizzontale, deve essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di condensa. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il t pregiudichino la sfilabilità dei cavi.
Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi t incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi, prima della ricopertura con malta cementizia, essere saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera che non siano tot accostati, in modo da realizzare un interstizio da riempire con la malta cementizia.

76.5.2 Maggiorazione del diametro interno dei tubi

Il diametro interno dei tubi per consentire variazioni impiantistiche deve:
- negli ambienti ordinari: essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto a deve contenere, con un minimo di 10 mm;
- negli ambienti speciali: essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto a devono essere contenuti, con un minimo di 16 mm.

76.5.3 Componenti del sistema di canalizzazione

Il sistema di canalizzazione, per ogni tipologia, deve prevedere i seguenti componenti:

a) sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi:
- canale;
- testata;
- giunzioni piana lineare;
- deviazioni;
- derivazione;
- accessori complementari;
- elementi di sospensione;
- elementi di continuità elettrica.

b) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecch
- canale;
- testata;

- giunzioni piana lineare;
- deviazioni;
- derivazione;
- accessori complementari;
- elementi di sospensione.

c) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa:
- canale battiscopa portacavi;
- canale cornice per stipite;
- giunzioni piana lineare;
- deviazione:
- angolo;
- terminale.

d) sistemi di condotti a sezione non circolare in materiale isolante sottopavimento:
- condotto;
- elementi di giunzione;
- elementi di derivazione;
- elementi di incrocio;
- cassette e scatole a più servizi;
- torrette.

e) sistemi di passerelle metalliche e loro accessori ad uso portacavi:
- canale;
- testata;
- giunzioni piana lineare;
- deviazioni;
- derivazione;
- accessori complementari;
- elementi di sospensione;
- elementi di continuità elettrica.

76.5.4Indicazioni per la sicurezza dei canali metallici e loro accessori

Il sistema di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere l misure di sicurezza:
- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi CEI 64-8);
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separ differenti servizi;
- le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di pr deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema.

76.5.5Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi deve le seguenti misure di sicurezza:
- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi CEI 64-8);
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separ differenti servizi.

76.5.6 Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa deve prevedere le segue
di sicurezza:
- il canale battiscopa, la cornice, le scatole di smistamento e le derivazioni a più vie, devono ga
separazione di differenti servizi;
- gli accessori destinati all'installazione di apparecchi elettrici devono essere ancorati in modo indip
dal battiscopa e dalla cornice e, comunque, esternamente ai canali stessi.
- la derivazione dei cavi dal battiscopa deve avvenire mediante canali accessori, secondo la norma CEI 23-
19, o canali portacavi rispondenti alla norma CEI 23-32.

Il canale battiscopa installato deve assicurare che i cavi siano posizionati ad almeno 10 mm dal p
finito.

Le scatole destinate all'installazione delle prese di corrente devono assicurare che l'asse orizzontal
ad almeno 70 mm dal pavimento (CEI 64-8).

Le prese telefoniche devono esserre collocate a distanza di almeno 120 mm tra l'asse orizzontale
e il pavimento.

76.5.7 Caratteristiche alla piegatura e grado di protezione minimo

Le tubazioni di protezione secondo le caratteristiche alla piegatura potranno essere:
- rigide (CEI EN 50086-2-1);
- pieghevoli (CEI EN 50086-2-2);
- pieghevoli/autoinvenenti (CEI EN 50086-2-2);
- flessibili (CEI EN 50086-2-3).

Il grado di protezione dovrà essere di IP XX (con un minimo IP3X).

76.5.8 Norme di riferimento

Le tubazioni di protezione dovranno rispettare le seguenti norme:
CEI EN 50086-1 *Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Prescrizioni generali* ;
CEI EN 50086-2-1 *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori* ;
CEI EN 50086-2-2 *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori* ;
CEI EN 50086-2-3 *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori* ;
CEI EN 50086-2-4 *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati* ;
CEI EN 60529 *Gradi di protezione degli involucri* .

76.6 Quadri elettrici

76.6.1 Generalità

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distrib
elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia
l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento,
protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.

In generale, i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchia
indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti, con particolare riferimento alle caratt
nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della mor
principale.

La costruzione di un quadro elettrico consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e
delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, e deve essere ser
seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stess
siano apribili con unica chiave.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI EN 60439-1
CEI EN 60439-3
CE EN 6052-9
CEI 23-49
CEI 23-51
CEI 64-8

76.6.2 Tipologie di quadri elettrici

In generale, i quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo, e in funzione di questo posso caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strut involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature instal

76.6.2.1 Quadro generale

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e, precisa valle del punto di consegna dell'energia.
I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali d accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si u gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole pa interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti, e gli organi di sezionamento, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equiva
Nel caso in cui sia necessario proteggere una conduttura dal punto di consegna dell'ente distrib quadro generale, si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale provvisto di un dispositivo di protezione.

76.6.2.2 Quadri secondari di distribuzione

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'a complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadr piano, reparto, centrali tecnologiche, ecc.
Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle per il quadro generale.

76.6.2.3 Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla pro sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadr di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.
Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri di tipo isolante, met composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazion, ecc., mediante portelli provvisti di attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

76.6.2.4 Quadri locali tecnologici

I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri seco distribuzione. Provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti util previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, con regolazione dei macchinari installati al loro interno.
Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.

Negli ambienti in cui è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, non è necessario, a
consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

76.6.2.5 Quadri speciali (sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica, ecc.)

Si definiscono *quadri speciali* quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature
sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati ad un utilizzo pa
e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala o
o per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo
climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).
Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere
relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione, ed essere pr
portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

76.6.3 Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione (IP 20, IP 40, IP 44, IP 55) degli involucri dei quadri elettrici è da sceg
funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro deve essere sottoposto. La classificazione è
dalla norma CEI EN 60529 (CEI 70-1), che identifica, nella prima cifra, la protezione contro l'ingresso d
corpi solidi estranei e, nella seconda, la protezione contro l'ingresso di liquidi.
I gradi di protezione più comuni sono: IP20; IP 30; IP40; IP44; IP55. In ogni caso, il grado di prote
le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

76.6.4 Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli
È comunque preferibile, nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del
stesso apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.
Le morsettiere possono essere a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

76.6.5 Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici

I quadri elettrici di distribuzione devono essere conformi alle Norme CEI EN 60439-1, CEI EN 60439-3
CEI 23-51.
Possono essere costituiti da un contenitore in materiale isolante, metallico o composto.
I quadri devono rispettare le seguenti dimensioni minime:
a) quadri di distribuzione di piano:
- larghezza: …… cm;
- altezza: …… cm;
- profondità: …… cm.

b) quadri per ambienti speciali:
- larghezza: …… cm;
- altezza: …… cm;
- profondità: …… cm.

Il portello deve essere del tipo …… (non trasparente, trasparente) con apertura …….. (a m
chiave). Le eventuali maniglie dovranno essere in materiale isolante.
Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramen
apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.
I contenitori in lamiera di acciaio devono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm, e devono esse
accuratamente verniciati a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine ep
previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà d
lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato c non inferiore a 16 mm², muniti alle estremità di capicorda a compressione ad occhiello.
Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dad rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

76.6.6 Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un'apposita targa, nella quale sia riportato almeno il n marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo) che permetta di ottenere dal tutte le informazioni indispensabili in lingua italiana.
I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore i devono avere la CE marcatura.

76.6.7 Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un proprio schema elettrico, nel quale sia possibile ide singoli circuiti e i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, non caratteristiche previste dalle relative norme.
Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

76.6.8 Predisposizione per ampliamenti futuri

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di ev apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti o installati.

76.7 Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego, e possono essere in isolante o metallico. La tipologia deve essere idonea ad essere installata a parete o ad incasso (par a sandwich o con intercapedine), con caratteristiche che consentano la planarità e il parallelismo.
Tutte le cassette di derivazione da parete, dovranno essere in grado di protezione di almeno IP 40 (per i modelli a parete), con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, co coperchi con idoneo fissaggio e ricoprenti abbondantemente il giunto-muratura.
Le dimensioni delle cassette di derivazione da parete sono le seguenti:
- larghezza: …… cm;
- altezza: …… cm;
- profondità: …… cm.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da incasso sono le seguenti:
- larghezza: …… cm;
- altezza: …… cm;
- profondità: …… cm.

Le cassette devono essere in grado di potere contenere i morsetti di giunzione e di derivazione pr norme vigenti. Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati non deve essere superiore al 70% del disponibile.
Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di separatori.
I coperchi delle cassette devono essere rimossi solo con attrezzo. Sono esclusi i coperchi con c pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza normalizzata.

NORMA DI RIFERIMENTO

CEI 23-48

76.8 Giunzioni e morsetti

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri cassette di derivazione o di canali e passerelle, a mezzo di apposite morsettiere e morsetti.
I morsetti componibili su guida devono rispettare le norme CEI EN 50022 e CEI EN 50035.
I morsetti di derivazione volanti possono essere:
- a vite;
- senza vite;
- a cappuccio;
- a perforazione di isolante.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI EN 60947-7-1
CEI EN 60998-1
CEI EN 60998-2-2
CEI EN 60998-2-3
CEI EN 60998-2-4

76.9 Supporto, frutto e placca

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e presentare caratteristiche meccaniche tali da alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno permettere il fissaggio rapido dei frutti senza vite rimozione con attrezzo, nonché il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti, e consentire compensazioni con i rivestimenti della parete.
I supporti dovranno prevedere l'alloggiamento da due a più moduli.
I frutti devono possedere le seguenti caratteristiche:
- comando: sistemi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del D.P.R. n. 503/1996 D.M. n. 236/1989 e le norme CEI 23-9 e CEI EN 60669-1
- interruttori uni e bipolari, deviatori e invertitori, con corrente nominale non inferiore a 10A;
- pulsanti e pulsanti a tirante con corrente nominale non inferiore a 10A (CEI EN 60669-2-1) e infrarosso passivo (IR);
- controllo: regolatori di intensità luminosa (CEI EN 60669-2-1)
- prese di corrente: 2P+T, 10A – tipo P11; 2P+T, 16A – tipo P17, P17/11 (CEI 23-16/V3) (CEI 23-50);
- protezione contro le sovracorrenti: interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 16A e potere di interruzione non inferire a 6000A (CEI EN 60898);
- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;
- prese di segnale: per trasmissione dati RJ45, antenne e satellitari (CEI EN 50083-1), prese telefoniche (CEI EN 60603-7).

Gli apparecchi complementari devono presentare le seguenti caratteristiche:
- comando: .....
- prese di corrente: .....
- prese per trasmissione dati: .....
- allarmi: .....
- ricezione: .....
- controllo: .....
- interruttori differenziali: .....

76.9.1 Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere composto dai seguenti elementi:
- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;

- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra deve essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (r
TT sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interro
tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contat
L'impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche ne
valutarne il grado d'efficienza.

76.9.1.1 Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V corrente alternata

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la norma CEI 64-8 tenendo conto delle raccomandazioni della *Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario* (CEI 64-12).
In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico.
All'impianto devono essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell utilizzatore, nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizza esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc.).
L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con l caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere i correttamente solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione degli elementi di fa delle strutture in cemento armato, tubazioni metalliche, ecc.).

76.9.1.2 Impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata

Per quanto riguarda questi impianti, la norma di riferimento è la CEI 11-1.

76.9.1.3 Elementi dell'impianto di terra

76.9.1.3.1 Dispersore

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra generalmente costituito da elementi metallici quali tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre dimensioni e caratteristiche in riferimento alla CEI 64-8.
È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle nel calcestruzzo a contatto del terreno.
Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga cost tempo, si deve porre la massima cura all'installazione e alla profondità del dispersore da in preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.
Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori, e fra il dispersore e il conduttore di terra, devon effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena, o co morsetti o manicotti, purché assicurino un contatto equivalente.
Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni partic aggressivi.

76.9.1.3.2 Conduttore di terra

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terr i dispersori tra loro; generalmente, è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.
I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati come dispers parte interrata, e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno. Il conduttore di essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego. Possono essere impiegati corde, elementi strutturali metallici inamovibili. Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassun tabella 83.1.

Tabella 83.1 - Sezioni minime del conduttore di terra

Caratteristiche di posa del conduttore	Sezione minima [mm²]
Protetto contro la corrosione (ad esempio, con una guaina) ma non meccanicamente	16 (rame) 16 (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 (rame) 50 (ferro zincato)

76.9.1.3.3 Collettore (o nodo) principale di terra

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale c
nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure), almeno un co
nodo) principale di terra.
A tale collettore devono essere collegati:
- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto.

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'eff
delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante a
singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

76.9.1.3.4 Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra, collega in ogni impianto e deve essere c
tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contr
indiretti mediante messa a terra). Può anche essere collegato direttamente alle masse di tutti gli ap
proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È
l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 m
sistemi IT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indip
da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere
come conduttore di protezione.
La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto d
parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tab
tratta dalle norme CEI 64-8.

Tabella 83.2 - Sezione minima del conduttore di protezione (CEI 64-8)

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio [mm²]	Conduttore di protezione appartenente allo stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase [mm²]	Conduttore di protezione non appartenente allo stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase [mm²]
minore o uguale a 16 uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

76.9.1.3.5 Conduttori di equipotenziale

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse ovvero le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il pote terra (norma CEI 64-8/5).
L'appaltatore deve curare il coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, rich tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costru opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.
Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari im tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corr raccomanda, infine, la misurazione della resistività del terreno.

76.9.1.3.6 Pozzetti

Tutti i pozzetti dovranno essere muniti di chiusino in pesante nervato.

76.9.1.4 Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

Si premette che la norma CEI 64-8, alla parte 7: ambienti particolari, art. 701 (locali contenenti bagni docce), classifica l'ambiente bagno in quattro zone di pericolosità in ordine decrescente:
- zona 0;
- zona 1;
- zona 2;
- zona 3.

ZONA 0

È il volume della vasca o del piatto doccia. Entro tale volume non sono ammessi apparecchi elett scalda-acqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili.

ZONA 1

È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavim tale volume sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di p o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrispo V.

ZONA 2

È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,2 pavimento. Sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (classe II).

ZONA 3

È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la docc ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua protezione IP1) – come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso – quando im verticalmente, oppure IP5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale. l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:
- bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (le parti attive del circuito devono, comunque, essere protette contro i contatti diretti;
- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi istallati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di p
IP4).
Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori,
spina o scatole di derivazione. Possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone i
frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.
Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi ins
queste zone, e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico. Gli eventuali tratt
necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devo
protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.
Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i
provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso, e sono da considerarsi integrative rispetto all
prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle
conduttore di protezione, ecc.).

76.9.1.4.1 Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno

Nelle zone 1, 2 e 3 così come definite al paragrafo precedente, onde evitare tensioni pericolose p
dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi
tutte le masse estranee con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.
Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla CEI 64-8. In
particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate f
stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino condu
protezione.
È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.
Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:
- 2,5 mm^2 (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco
- 4 mm^2 (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.
Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC.

76.9.1.4.2 Altre prescrizioni per i locali da bagno

Per i locali da bagno devono tenersi distinti i due circuiti di illuminazione e prese.
La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere
all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un inte
differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.
Per le condutture elettriche possono essere usati cavi isolati H07V (ex UR/3) in tubo di plastica
incassato a parete o nel pavimento.
Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprir
esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di
per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatol
cordone.

76.9.1.4.3 Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per particolari utilizzatori elettrici
per determinate condizioni ambientali di umidità (si pensi a cantine, garage, portici, giardini, ecc.),
spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

76.9.1.5 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere
con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente: se l'impianto com
derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la

intervento più elevata;

- coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali: questo tipo di protezione l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che a l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di peric

76.10 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

76.10.1 Generalità

Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche più idonee devono essere conformi alle pr della norma CEI 81-1. Le norme CEI 81-1 prevedono quattro livelli di protezione (tabella 83.3).

Tabella 83.3 - Livelli di protezione contro le scariche atmosferiche

Livello di protezione	Efficienza
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

76.10.2 Composizione dell'impianto

In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti eleme
- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base), costituito dagli elementi n naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (o captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i c (quali connessioni metalliche e limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (quali, ad esempio totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee adiacenti.

76.10.3 Captatori

Il captatore può essere composto dalla combinazione di aste, funi e maglie. Il posizionamento de secondo il metodo dell'angolo di protezione (indicato per gli edifici di forma regolare) o il meto sfera rotolante (indicato per gli edifici di forma complessa), deve essere conforme al punto 2.2.2 d CEI 81-1, e in particolare dell'appendice B. La protezione delle superfici piane dovrà essere attuata metodo della maglia.
Il punto 2.2.3 della norma stabilisce che, ai fini della protezione, possono essere utilizzati come naturali le seguenti parti della struttura, secondo le prescrizioni dell'art. 2.1.3 della citata norma CEI 81-1:
- coperture metalliche dei tetti;
- componenti metalliche costruttive di tetti (capriate metalliche, ferri di armatura elettricamente ecc.), al di sotto di una copertura non metallica, purché quest'ultima parte possa essere esclusa dal da proteggere;
- parti metalliche come gronde, ornamenti, ringhiere, ecc., la cui sezione trasversale non sia inferior specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici, costruiti in materiale di non meno di 2,5 mm di spessore, purché n una situazione pericolosa o altrimenti inaccettabile qualora essi vengano perforati;
- tubazioni e serbatoi metallici.

Le lastre e le tubazioni metalliche devono possedere lo spessore minimo in funzione del materiale Al) indicato nella tabella 4 della norma CEI 81-1.

76.10.4 Sistemi di protezione LPS

I sistemi di protezione contro i fulmini vengono definiti LPS (Lightning Protection of Structures) e si dividono in:
- LPS esterno;
- LPS interno.

LPS ESTERNO

L'impianto interno deve essenzialmente essere costituito da:
- collegamenti equipotenziali di tutti i corpi metallici esterni e interni;
- collegamenti equipotenziali, tramite limitatori di tensione, di tutti gli impianti esterni e interni;
- isolamenti o distanziamenti.

L'impianto esterno è principalmente costituito da captatori ad asta o a maglia. La loro funzione è creare un volume protetto, ovvero una zona che non può essere colpita da fulmini.
I captatori ad asta consistono nel posizionare una o più aste metalliche in uno o più punti, sulla dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale.
I captatori a maglia consistono nel creare una gabbia metallica intorno all'edificio, tramite piattine o ferro o in rame, per proteggerlo completamente. I percorsi devono essere preferibilmente rettiline di direzione devono avvenire senza spigoli o curve a piccolo raggio.

LPS INTERNO

L'impianto esterno deve essenzialmente essere costituito da:
- organi di captazione (normali o naturali);
- organi di discesa (calate) (normali o naturali);
- dispersore di tipo A o B (normali o naturali);
- collegamenti diretti o tramite gli impianti esterni e interni, e ai corpi metallici esterni e interni.

76.10.5 Verifiche e dichiarazione di conformità

Dopo l'ultimazione, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche deve essere verifi accertare che:
- l'LPS sia conforme al progetto;
- tutti i componenti dell'LPS siano in buone condizioni;
- tutte le strutture aggiunte dopo siano comprese nella struttura protetta con ampliamenti dell'LPS
L'impianto dove essere soggetto a manutenzione periodica, come disposto dalla norma CEI 81-10
L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'in secondo le disposizioni del D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosfe dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
Secondo l'art.2 del citato decreto la messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a ter dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della eseguita dall'installatore, che deve rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa
La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti ad omologazione dell'impianto.
Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro deve inviare la dichiaraz conformità all'ISPESL e all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti.
Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, secondo le indicaz piano di manutenzione dell'opera, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior ri caso di incendio, per i quali la periodicità è biennale.
Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro deve rivolgersi all'ASL, all'ARPA ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle Attività Produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa europea UNI CEI.

Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica deve rilasciare il relativo verbale al datore di lav
deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.
Le verifiche suddette saranno a totale carico del datore di lavoro.
Le verifiche straordinarie da parte del datore di lavoro dovranno essere, comunque, effettuate nei c
- esito negativo della verifica periodica;
- modifica sostanziale dell'impianto;
- richiesta del datore del lavoro.
Il datore di lavoro ha l'obbligo di comunicare tempestivamente all'ufficio competente per te
dell'ISPESL e alla ASL o all'ARPA competenti per territorio, la cessazione dell'esercizio, le modifiche sostan
preponderanti e il trasferimento o spostamento degli impianti.

76.10.6 Norme di riferimento

CEI 81-1 – *Protezione di strutture contro i fulmini* ;
CEI 81-3 – *Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico* ;
CEI 81-4 – *Protezione delle strutture contro i fulmini.Valutazione del rischio dovuto al fulmine* ;
CEI 81-5 – *Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC);*
CEI 81-6 – *Protezione delle strutture contro i fulmini. Linee di telecomunicazione* ;
CEI 81-7 – *Prescrizioni relative alla resistibilità per le apparecchiature che hanno un terminale per telecomunicazioni* ;
CEI 81-8 – *Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione* .

76.11 Protezione contro i contatti diretti e indiretti

Le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti devono rispettare la norma CEI 64-8
La protezione può essere attuata con i seguenti accorgimenti:
- protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi SELV);
- protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi PELV);
- protezione totale;
- protezione parziale;
- protezione addizionale;
- protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente;
- protezione per separazione elettrica;
- protezione per mezzo di locali isolanti;
- protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasfor
(sistema TT);
- protezione con interruzione automatica del circuito;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione
(sistema TN).

76.12 Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti

La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottempera
prescrizioni della norma CEI 64-8
I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti cau
sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:
- all'inizio della conduttura;
- alla fine della conduttura;
- in un punto qualsiasi della conduttura.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni c
sovraccarichi devono essere installate all'inizio della conduttura.
La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura.
Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della conduttura, purché il tratto non protetto s
contemporaneamente le due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggio
in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):
- venga realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito;
- venga realizzato in modo che, anche in caso di corto circuito, sia ridotto al minimo il pericolo di in
di danno per le persone.
È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improv
dar luogo a pericoli (per esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano ba
accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispos
protezione sono posti su questi quadri).
In tali casi, bisogna verificare che il pericolo di cortocircuito sia minimo e che le condutture non s
vicinanza di materiali combustibili.

Art. 77. Verifiche dell'impianto elettrico

77.1 Generalità

Le verifiche dell'impianto elettrico devono essere eseguite dal direttore dei lavori, secondo le indic
capitolo 61 della norma CEI 64-8
- art. 611: esame a vista;
- art. 612: prove.

In linea, generale le operazioni di verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:
- esame a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

Le verifiche devono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi c
alterato le caratteristiche originarie dell'impianto elettrico.

77.2 Esame a vista

L'esame a vista (norma CEI 64-8), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare
corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condo
base del progetto, e ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle pr
delle norme vigenti. L'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto che all
lavori.
L'esame a vista dell'impianto elettrico comprende i seguenti controlli, relativi a:
- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;

- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

77.2.1 Verifica qualitativa e quantitativa

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto elettrico ha lo scopo di verificare:
- che la rispondenza qualitativa dei materiali e delle apparecchiature impiegate rispettino le prescr
capitolato speciale d'appalto e i dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funziona
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione, individuando l'ubic
dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei
utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in lo
- la compatibilità con l'ambiente, accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e
tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti no
altri elementi esistenti nell'ambiente;
- l'accessibilità, che deve essere agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, r
segnalazione manovra, e possibile (eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostaco
componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, po
giunzione o connessione, ecc.).
L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (marchio italiano di qualità) o da altri
marchi equivalenti. In caso contrario, l'impresa deve fornire apposita certificazione.

77.2.2 Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incas
vista, compreso tra due cassette o scatole successive, e nell'osservare se questa operazione abbia
il cavo stesso.
L'analisi, in sintesi, deve riguardare:
– la sfilabilità:
- estrazione di uno o più cavi dai condotti;
- mantenimento della calibratura interna.
– la dimensione dei tubi: diametro interno maggiore o uguale a 10 mm;
– la rispondenza normativa dei tubi: verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto.
La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei, e deve essere es
di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti u
presi in esame. In caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modi
impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto
campione scelto. Qualora anche la seconda prova fornisse esito sfavorevole, la verifica della sfilabil
essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori.
Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che, in general
almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condu
costituite da canalette, la superficie interna della sezione retta degli alloggiamenti dei cavi elettrici d
essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.
I tubi protettivi flessibili di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare sotto
devono essere conformi alla norma CEI 23-14 V1.
I tubi protettivi rigidi e accessori di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da colloca
vista, devono essere conformi alle norme UNEL 37118/72 e 37117-72.

Tabella 84.1 - Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno D [mm]	Diametro interno minimo d [mm]	Diametro esterno D [mm]	Diametro interno minimo d [mm]
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

77.2.3 Verifica dei tracciati per le condutture incassate

La verifica dei tracciati per le condutture incassate deve riguardare:
- tubi incassati sotto intonaco: linearità (orizzontale o verticale) dei percorsi;
- prese a parete: altezza non inferiore a 17,5 dal pavimento.

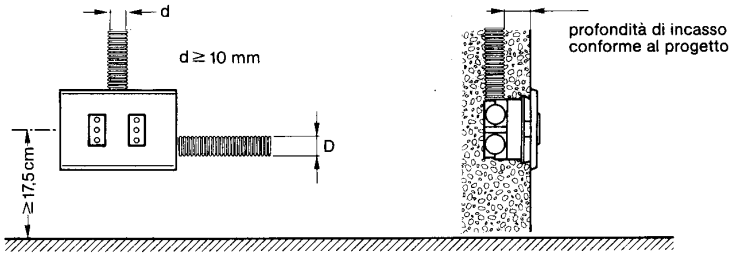


Figura 84.1 - Criteri di installazione degli impianti incassati e similari

77.2.4 Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)

La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti i materiali, gli ap
e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adegu
della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del c
Per la verifica si farà riferimento alla Norma CEI 64-8 e CEI 70-1. Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (*International Protection*) seguite da due cifre indicanti il grado di protezione delle persone con il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua (es. IP 55). Quando due cifre è sostituita da una X (es. IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione (ads esempio, IP20 indica l'assenza di protezi penetrazione dell'acqua).
Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti ad impia per locali caldaia e simili.
I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambient ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce, inoltre, che i g protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi protezione inferiori.
Devono essere oggetto di verifica:
- componenti installati in luoghi umidi (che presentano sul pavimento, sulle pareti o sul soffitto stillicidio da condensa o da infiltrazione d'acqua): grado di protezione ≥ IP 21;
- componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia bat stravento > 60° dalla verticale: grado di protezione ≥ IP 23;
- componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie: grado di protezione ≥ IP 34;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi: grado di prot IP 55;

- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti permanentemente polverosi: grado di pro
IP 66;
- componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su
soggetto a pozzanghere: grado di protezione ≥ IP 67;
- materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata, vibrazioni, muffe, at
corrosive, ecc.: certificazione d'idoneità rilasciata da enti autorizzati o autocertificazione del cost
rispondenza alle indicazioni progettuali.

77.2.5 Controllo dei collegamenti a terra

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (CEI 64-8, CEI 11-8). Per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denunci stessi alle Aziende Unità Sanitarie Locali (mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti, e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.
Si devono effettuare le seguenti verifiche:
- identificazione dei conduttori di terra e di protezione equipotenziali): ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano di colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, m modalità di posa, nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. inoltre, controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di te morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario e u di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di ten dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a cir la dimensione massima dell'impianto stesso. Quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picch assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il d ausiliario;
- collegamenti: bisogna controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i pol delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al cor protezione;
- continuità: bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e dell'assenza di disp sezionamento o di comando;
- tracciato e sezionabilità: i conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il trac conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di
- sezione del conduttore protezione neutro (PEN): il controllo a vista dei componenti del dispersore deve essere effettuato in corso d'opera. In caso contrario, è consigliabile eseguire dei sondaggi.

77.2.6 Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia)

Il controllo ha lo scopo di accertare l'idoneità delle misure di sicurezza contro eventuali pericoli da diretti e indiretti nei locali da bagno e doccia, considerati a maggiore rischio elettrico.
Nelle varie zone dei locali igienici possono essere installate le seguenti apparecchiature:
- nella zona 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico;
- nella zona 1 si possono installare soltanto scaldacqua (comunque alcuni utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza, con tensione nominale non superiore a 25 V e grado di protez inferiore a IP X4;
- nella zona 2 si possono installare, oltre agli utilizzatori possibili nella zona 1, anche apparecchi illu fissi, di classe II e grado di protezione non inferiore a IP X4. Sono ammesse le sole condu alimentazione degli utilizzatori qui ubicati, che devono avere isolamento equivalente alla classe II i metallici ed essere incassate, salvo l'ultimo tratto in prossimità dell'utilizzatore che deve essere il possibile. Nessuna limitazione è, invece, prevista per le condutture incassate ad una profondità sup cm. Nella zona non è ammessa l'installazione di apparecchi di comando, derivazione o pro

(interruttore, prese, scatole di derivazione, ecc.). Gli infissi metallici a contatto con i ferri d'armat
strutture in calcestruzzo armato devono essere collegati al conduttore equipotenziale;
- nella zona 3 si può realizzare un impianto ordinario con condutture incassate in tubi non metalli
isolamento equivalente alla classe II. I componenti elettrici devono avere grado di protezione minin
Devono essere oggetto di verifica:
a) collegamenti equipotenziali delle tubazioni.
Accertamenti:
– collegamento al morsetto di terra di:
- tubazione acqua calda e fredda in ingresso e/o in uscita dal locale;
- tubazione gas in ingresso e/o in uscita dal locale;
- tubazione termosifoni in ingresso e/o in uscita dal locale;
- tubazione metallica di scarico;
- masse estranee.
b) condutture equiponteziali e mezzi di connessione alle masse estranee.
Accertamenti:
– sezioni ≥ 2,5 mm^2 (4 mm^2 se non protette);
– collari e morsetti idonei al buon collegamento;
– ispezionabilità delle connessioni.
c) prese e apparecchi di comando.
Accertamenti:
– ubicazione fuori dalle zone 0-1-2;
– esistenza di interruttore differenziale.
d) apparecchi illuminanti.
Accertamenti:
– di tipo a doppio isolamento con grado di protezione ≥ IP X4.
e) altri apparecchi.
Accertmenti:
– grado di protezione: ≥ IP X1;
– ubicazione fuori dalle zone 0-1-2.
f) scaldacqua elettrico.
Accertamenti:
– rispondenza a norme CEI con marchio italiano di qualità;
– collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1.
g) condutture:
– scatole di derivazione fuori dalle zone 0-1-2;
– linee in tubo di materiale isolante se incassate a profondità ≤ 5 cm.

77.2.7 Verifica delle condutture, cavi e connessioni

La verifica ha lo scopo di accertare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le pre
minime riguardo a:
– sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni delle norme CEI e del presente capitolato speciale d'appalto:
- 1, 5 mm^2 cavi unipolari isolati in PVC posati in tubi o canalette;
- 0,5 mm^2 circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.
– colori distintivi:
- colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;
- colore blu chiaro per il neutro
- altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse.
– idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori.

Devono essere verificate le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le s
derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di pro

Tabella 84.2 - Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (nor
23-21)

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione [N]
	Rigidi flessibili [mm²]	Flessibili [mm²]	
0	-	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50
3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio.
Per le prese di corrente, incassate o sporgenti, deve essere verificato che l'asse geometrico delle s
orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

77.2.8 Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando

La norma CEI 64-8 distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di com
- sezionamento o interruzione per motivi elettrici;
- interruzione per motivi non elettrici;
- comando funzionale;
- comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento ha lo scopo di accertare la presenza e la corretta installa
dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza du
interventi di manutenzione elettrica sugli impianti e sulle macchine.
In questa verifica dovranno essere controllati:
- l'interruttore generale, accertando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua ido
funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionament
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli c
(scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la poss
potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzioname
apparecchi, macchine o impianti.
In questa verifica devono essere controllati:
- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano ne
macchine o apparecchi pericolosi;
- gli apparecchi d'emergenza telecomandati.

Dovranno essere oggetto di verifica:
- interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
- condutture;
- involucri protetti;
- numero dei poli degli interruttori;
- interruttore generale;
- impianto di messa a terra.

77.2.9 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione

Bisogna verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimens relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indi tabelleCEI-UNEL. Inoltre, occorre verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrasseg identificazione, ove prescritti.

77.2.10 Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condiziona nonché i campanelli, i pulsanti di comando e i citofoni, devono essere – per tipo e posizione plani altimetrica – tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote. Devo essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di pi pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto.

Gli interruttori, inoltre, devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente a tasto larg a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap e i soggetti anziani.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989, richiamato dal D.M. n. 503/1996, consigliano che i degli impianti elettrici e telefonici siano collocati ad un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavi veda la tabella 84.3).

Tabella 84.3 - Altezze previste e altezze consigliate per i terminali degli impianti delettrici di c e di segnalazione

Elemento	Altezze previste dal D.M. n. 236/1989	Altezza consigliata
interruttori	tra 60 cm e 140 cm	tra 75 cm e 140 cm
campanello e pulsante di comando	tra 40 e 140 cm	tra 60 cm e 140 cm
pulsanti bottoniere ascensor	tra 110 e 140 cm	pulsante più alto: 120 cm
prese luce	tra 45 cm e 115 cm	tra 60 cm e 110 cm
citofono	tra 110 cm e 130 cm	120 cm
telefono	tra 100 cm e 140 cm	120 cm

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, devono essere collocati in una posizione fa percettibile visivamente e acusticamente.

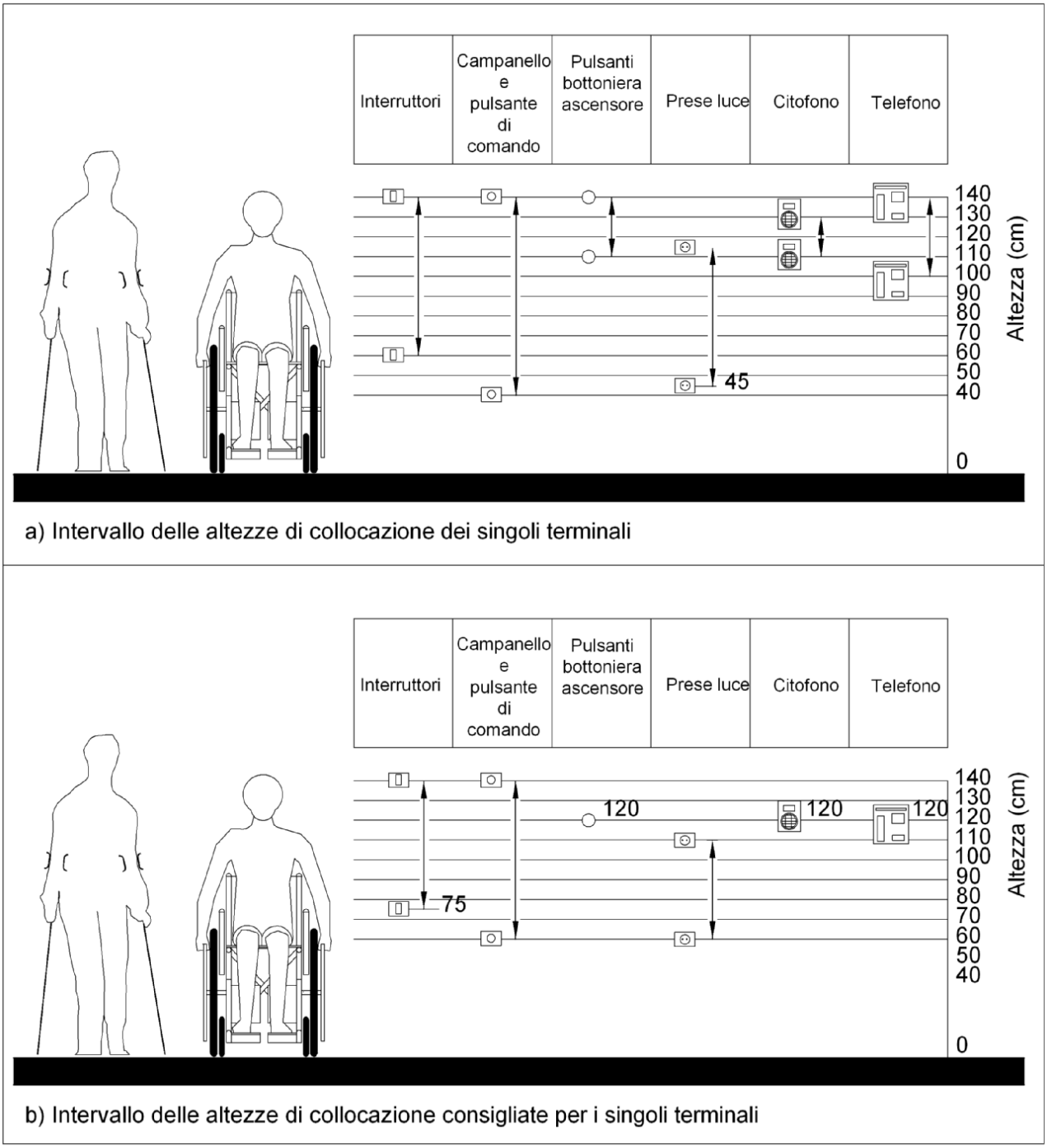


Figura 84.2 - Altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici e telefonici

77.3 Prove di verifica e controlli

Le prove consistono nell'effettuazione di misure o di altre operazioni finalizzate a verificare l'eff dell'impianto elettrico. La misura deve essere accertata mediante idonea strumentazione.

I controlli possono riguardare:

- la prova della continuità dei conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali prin supplementari;

- la misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- la misura della resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- la verifica della separazione dei circuiti;
- la verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- la prova di polarità;
- la prova di tensione applicata;
- le prove di funzionamento alla tensione nominale;
- la verifica della protezione contro gli effetti termici;
- la verifica della caduta di tensione.

77.3.1 Prova della continuità dei conduttori di protezione

La prova della continuità dei conduttori di protezione (CEI 64-8/6 art. 612.2) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione, del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali e supplementari e dei conduttori terra.

77.3.2 Prova di funzionamento alla tensione nominale

La prova di funzionamento alla tensione nominale (CEI 64-8/6 art. 612.3) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi e i blocchi, funzionino regolarmente difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che in fase di funzionamento gravoso.
Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali di zona e di reparto, tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA e gli impianti di illuminaz lampada scarica sia a catodo caldo che a catodo freddo.

77.3.3 Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (CEI 64-8/6 art. 612.3) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione, fornendo v tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.
La prova è di carattere preliminare e ha lo scopo di verificare la correttezza dell'installazio collegamenti.
In particolare l'analisi deve riguardare:
- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previ progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori ad interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di tensi frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche
- alimentatori ad interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda co progetto, assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.
La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in c procedere a commutazione manuale.

77.3.4 Prova d'intervento degli interruttori differenziali

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (CEI 64-8/6 art. 612.6 e 612.9) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenzi l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.
La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersi $0{,}5\ I_{\Delta n}$, e il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a $1{,}1\ I_{\Delta n}$ differenziale deve intervenire.

77.3.5 Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (norma CEI 64-8 art. 612.3) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia ade valori prescritti dalle norme CEI.
La resistenza deve essere misurata ad impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi, e conduttore attivo e la terra.
Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Nei sistemi TN il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegu misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

77.3.6 Misura della resistenza del dispersore

Per quanto riguarda il dispersore di piccola e media estensione, nel sistema TT, la misura del valore della sua resistenza di terra (norma CEI 64-8, art. 612.6.2) ha lo scopo di accertare che esso sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra.
In particolare, l'analisi deve riguardare:
- il dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari $R_T \leq$ accertando $50/I_a$;
- il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari $R_T \leq$ accertando $50/I_a$;

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltampe diretto o indiretto, con tensione di alimentazione a vuoto di circa 220 V, elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.
Per ciò che concerne, invece, il dispersore di grandi dimensioni, la sua resistenza può essere misur metodo del dispersore ausiliario.

77.3.7 Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma CEI 64-8, art. 612.6.3) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzio corrente di guasto a terra.

77.3.8 Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della presunta di corto circuito (norma CEI 64-8) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.
La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale neutro con il metodo a prelievo controllato di corrente.

77.3.9 Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione (da allo studio della norma CEI 64-8, art. 612.1.1) ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenut 4%, qualora non sia stato diversamente specificato nel presente capitolato speciale d'appalto.
Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisi inferiore a 1, quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con simulaz carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporanea

77.3.10 Misura dei segnali in uscita alle prese TV

La misura dei segnali in uscita alle prese TV ha lo scopo di accertare che i segnali disponibili siano contenut entro i limiti e minimi e massimi stabiliti dalle norme CEI.
In particolare, l'analisi deve riguardare:

- prese vicine all'amplificatore;
- prese lontane dall'amplificatore;
- prese adiacenti agli impianti centralizzati.

L'accertamento deve effettuarsi su tutte le bande di frequenza distribuite nei periodi di trasmis monoscopio, in modo da controllare non solamente la presenza del colore e la quantità del segnale, l'eventuale presenza di riflessioni o distorsioni dell'immagine.

77.4 Calcoli di controllo

77.4.1 Controllo del coefficiente di stipamento

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera d valutando se i parametri rispettano le prescrizioni della norma CEI 64-8.

L'analisi dovrà riguardare:

- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte ma diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del di cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 15 mm;
- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle cana canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici. Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimental

77.4.2 Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle d'impiego alle portate dei conduttori, e i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.

L'analisi dovrà riguardare:

- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma CEI 64-8.

77.4.3 Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecch scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare e a sopportare le sollec termiche ed elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito

Art. 78. Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche

78.1 Generalità

Le operazioni delle verifiche dell'impianto illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elett comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

78.2 Esami a vista

L'esame a vista è condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto. Do
verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessor
rispondenti alle prescrizioni progettuali, e in particolare del capitolato speciale d'appalto.

78.3 Impianti di illuminazione interna

Gli impianti di illuminazione interna devono essere verificati eseguendo misure dirette alla determin
- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto,
- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

78.3.1 Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità

78.3.1.1 Misura dell'illuminamento medio

La misura dell'illuminamento medio ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illumina
siano conformi alle prescrizioni contrattuali.
In particolare, l'analisi deve riguardare:
– impianti di illuminazione generale:
- illuminamento massimo in $\geq$ dati di progetto;
- lux max/lux min $\leq$ dati di progetto.
– impianti di illuminazione concentrata:
- illuminamento medio sul piano interessato $\geq$ dati di progetto;
– impianti di illuminazioni esterna:
- illuminamento minimo nell'area illuminata $\geq$ dati di progetto;
- lux max/lux min $\leq$ 4 (se il progetto non prevede condizioni più gravose).
La misura dell'illuminamento artificiale deve essere eseguita in assenza totale di luce naturale. D
giorno è, perciò, essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.
L'illuminamento deve essere misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del lo
eseguendo la misura al centro di ogni maglia.
La misurazione deve essere eseguita mediante un luxmetro, con precisione non inferiore a 5%,
posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza de
visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolarm
direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

Tabella 85.1 - Valori di illuminamento raccomandati

Compito visivo	Ambiente	Illuminamento [lux]
Visione generale	Scale, corridoi	70-100
Lavori manuali grossolani	Magazzini	100-200
Lettura, scrittura	Uffici	200-400
Studio e lavori impegnativi	Scuole	300-500
Disegno e lavori di precisione	Uffici tecnici, laboratori	oltre 500

78.3.2 Misura di luminanza nel campo visivo

La luminanza deve essere misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e rego
altezza sulle superfici. L'angolo di apertura dello strumento è $\leq$ 1° l'obiettivo dello strumento deve puntato
nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure:
- del compito visivo;
- dello sfondo che contiene il compito visivo;
- delle zone periferiche circostanti il compito visivo;
- delle zone verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

78.3.3 Abbagliamento

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.
L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi ad ogni apparecch forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da 45° a 85°, riferito classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamen essere eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio e l'osservatore rivolto verso

Tabella 85.2 - Classi di qualità per la limitazione dell'abbagliamento

Tipo di compito o attività	Grado di abbagliamento	Classe di qualità
Compiti visivi molto difficoltosi	1,15	A
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive elevate	1,5	B
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive normali	1,85	C
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive modeste	2,2	D
Interni dove le persone non sono confinate in una posizione di lavoro precisa, ma si spostano da un posto all'altro esplicando compiti che richiedono prestazioni visive modeste	2,5	E

Fonte: Cataliotti V., Morana G., *Impianti elettrici di illuminazione* , Dario Flaccovio, Palermo, 1998.

78.3.4 Misura del contrasto

Un importante fattore da controllare, in fase di verifica dell'impianto, è la resa del contrasto che può la valutazione dell'aspetto di due zone del campo visive viste simultaneamente.

Tabella 85.3 - Classi di qualità per la resa del contrasto

Classi di qualità per la resa del contrasto	CRF.R	Aree di applicazione per lettura e scrittura
I	≥ 1,00	Interni ove si usano prevalentemente materiali lucidi (per esempio, sale per composizione tipografica)
II	≥ 0,85	Materiali lucidi usati saltuariamente (per esempio, uffici e scuole normali)
III	≥ 0,70	Interni dove i materiali sono normalmente diffondenti (per esempi, scuole e certi tipi di uffici)

Fonte: CIE Publication, n. 29.2, 1986.

78.4 Impianti di illuminazione esterna

La verifica degli impianti di illuminazione esterna è basato su misure relative alla determin dell'illuminamento medio e dell'abbagliamento prodotto sulla carreggiata stradale.
Per la misura della luminanza sulla carreggiata, secondo le racco[illegible]devaessere eseguito ai nodi un reticolo avente le seguenti caratteristiche:
- senso longitudinale: maglia con lato non superiore ad un 1/3 dell'interdistanza tra i centri luminosi
- senso trasversale: minimo due punti per ogni corsia di marcia.
La misura della luminanza è eseguita con un luminanzometro posto ad un'altezza di 150 cm dalla ca e con inclinazione di 1° al di sotto dell'orizzontale. L'illuminamento è misurato con un luxmetro, in caso dotato di cupola diffondente.

78.4.1 Misura dell'abbagliamento

La misura dell'abbagliamento consiste nella misura della luminanza velante dovuta ai proiettori (L_{vi}) e della luminanza velante dovuta alla luce (L_{vl}). I valori degli indici vanno raccolti in tabelle.
La misura di L_{vi} può essere eseguita mediante:
- l'illuminamento E prodotto da tutte le sorgenti di luce misurato all'altezza dell'occhio in un pi perpendicolare alla direzione di osservazione considerata;
- la misura degli angoli compresi fra la direzione di osservazione e le direzioni di provenienza de emessa da tutti gli apparecchi illuminanti.
Le misurazioni devono essere eseguite a 150 cm dal suolo. La misura dei proiettori installati su un va effettuata schermando l'apparecchio luminoso da tutte le radiazioni luminose non appartenenti al in oggetto. In caso di proiettori disposti su file continue, si dividerà ogni fila in segmenti che so angoli superiori a 5°, e per ciascuno di essi dovrà considerarsi una misura rivolta verso il suo centro le misure devono essere schermate le radiazioni luminose provenienti dai proiettori limitrofi.

78.4.2 Misura del colore della luce

La misura del colore della luce incidente l'area di gioco viene effettuata posizionando un colorim centri dei quattro quadranti in cui può suddividersi l'area di gioco, ad un'altezza di 150 cm dal suolo

Art. 79. Ascensori e piattaforme elevatrici

79.1 Generalità

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione degli ascen componenti di sicurezza sono disciplinati dal D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 recante il regolamento contenente norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori, e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa l esercizio.

79.2 Considerazioni generali e osservazioni preliminari

79.2.1 Considerazioni generali

Applicazione della direttiva 89/392/CEE modificata dalle direttive 91/368/CEE 93/44/CEE e 93/68/CEE.

Allorquando il rischio corrispondente sussiste, e non è trattato nell'allegato I del D.P.R. 162/1999 si applicano i requisiti essenziali di salute e di sicurezza di cui all'allegato I della direttiva 89/392/CEE. In ogni caso, si applica il requisito essenziale di cui al punto 1.1.2 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE.

79.2.2 Osservazioni preliminari

Gli obblighi previsti dai requisiti essenziali di sicurezza e di salute si applicano soltanto se sussiste corrispondente per l'ascensore o per il componente di sicurezza in questione allorché viene utiliz condizioni previste dall'installatore dell'ascensore o dal fabbricante del componente di sicurezza.

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute elencati nella direttiva sono inderogabili. Tuttavia, ten dello stato della tecnica, gli obiettivi da essi prefissi possono non essere raggiunti. In questo cas misura del possibile l'ascensore o il componente di sicurezza deve essere costruito per tendere obiettivi.

Il fabbricante del componente di sicurezza e l'installatore dell'ascensore hanno l'obbligo di eff un'analisi dei rischi per individuare tutti quelli che concernono il loro prodotto. Devono, inoltre, co tenendo presente tale analisi.

79.3 Aspetti specifici

79.3.1 Cabina

La cabina deve essere costruita in modo da offrire lo spazio e la resistenza corrispondenti al massimo di persone e al carico nominale dell'ascensore fissati dall'installatore.

Se l'ascensore è destinato al trasporto di persone e le dimensioni lo permettono, la cabina de costruita in modo da non ostacolare o impedire tramite le sue caratteristiche strutturali l'accesso e parte dei disabili, e in modo da permettere tutti gli adeguamenti appropriati destinati a fa l'utilizzazione.

79.3.2 Elementi di sospensione e elementi di sostegno

Gli elementi di sospensione e/o sostegno della cabina, compresi i collegamenti e gli attacchi t devono essere studiati in modo da garantire un adeguato livello di sicurezza totale e ridurre al r rischio di caduta della cabina, tenendo conto delle condizioni di utilizzazione, dei materiali impiega condizioni di fabbricazione.

Qualora per la sospensione della cabina si utilizzino funi o catene, devono esserci almeno due funi indipendenti l'una dall'altra, ciascuna con un proprio sistema di attacco. Tali funi o catene non c comportare né raccordi, né impiombature, eccetto quelli necessari al loro fissaggio o al loro allacciar

79.3.3 Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)

Gli ascensori devono rendere senza effetto l'ordine di comando dei movimenti, qualora il carico valore nominale.

Gli ascensori devono essere dotati di un dispositivo limitatore di velocità eccessiva. Detti requis applicano agli ascensori che, per la progettazione del sistema di azionamento, non possono raggiu velocità eccessiva.

Gli ascensori a velocità elevata devono essere dotati di un dispositivo di controllo e di regolazio velocità.

Gli ascensori con puleggia di frizione devono essere progettati in modo che sia assicurata la stabi funi di trazione sulla puleggia.

79.3.4 Motore

Ciascun ascensore destinato al trasporto di persone deve avere un proprio macchinario. Questo req
concerne gli ascensori in cui i contrappesi siano sostituiti da una seconda cabina.
L'installatore dell'ascensore deve prevedere che il macchinario e i dispositivi associati di un ascen
siano accessibili tranne che per la manutenzione e per i casi di emergenza.

79.3.5 Comandi

I comandi degli ascensori destinati al trasporto dei disabili non accompagnati devono essere opport
progettati e disposti.
La funzione dei comandi deve essere chiaramente indicata.
I circuiti di azionamento di una batteria di ascensori possono essere destinati o interconnessi.
Il materiale elettrico deve essere installato e collegato in modo che:
- sia impossibile fare confusione con circuiti non appartenenti all'ascensore;
- l'alimentazione di energia possa essere commutata sotto carico;
- i movimenti dell'ascensore dipendano da meccanismi di sicurezza collocati in un circuito di con
sicurezza intrinseca;
- un guasto all'impianto elettrico non provochi una situazione pericolosa.

79.3.6 Rischi per le persone al di fuori della cabina

L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo che l'accesso al volume percorso dalla c
impedito, tranne che per la manutenzione e i casi di emergenza. Prima che una persona si trov
volume, l'utilizzo normale dell'ascensore deve essere reso impossibile.
L'ascensore deve essere costruito in modo da impedire il rischio di schiacciamento quando la cabina
trovarsi in una posizione estrema. Tale obiettivo si raggiunge mediante uno spazio libero o un v
rifugio oltre le posizioni estreme.
Gli accessi di piano per l'entrata e l'uscita della cabina devono essere muniti di porte di piano av
resistenza meccanica sufficiente in funzione delle condizioni di uso previste.
Nel funzionamento normale, un dispositivo di interbloccaggio deve rendere impossibile:
- un movimento della cabina comandato deliberatamente se non sono chiuse e bloccate tutte le
piano;
- l'apertura di una porta di piano se la cabina non si è fermata ed è al di fuori della zona di piano p
tal fine.
Tuttavia, tutti i movimenti di ripristino del livello al piano con porte aperte sono ammessi nelle zon
a condizione che la velocità di tale ripristino sia controllata.

79.3.7 Rischi per le persone nella cabina

Le cabine degli ascensori devono essere completamente chiuse da pareti cieche, compresi pavimen
(ad eccezione di aperture di ventilazione), e dotate di porte cieche. Le porte delle cabine devo
progettate e installate in modo che la cabina non possa effettuare alcun movimento, tranne quelli d
del livello se le porte non sono chiuse, e si fermi in caso di apertura delle porte.
Le porte delle cabine devono rimanere chiuse e bloccate in caso di arresto tra due livelli se esiste
di caduta tra la cabina e le difese del vano o in mancanza di difese del vano.
In caso di guasto dell'alimentazione di energia o dei componenti, l'ascensore deve essere d
dispositivi destinati ad impedire la caduta libera della cabina o movimenti ascendenti incontrollati di
Il dispositivo che impedisce la caduta libera della cabina deve essere indipendente dagli ele
sospensione della cabina.
Tale dispositivo deve essere in grado di arrestare la cabina con il suo carico nominale e alla velocità
prevista dall'installatore dell'ascensore. L'arresto dovuto all'azione di detto dispositivo non deve p
una decelerazione pericolosa per gli occupanti, in tutte le condizioni di carico.

Devono essere installati ammortizzatori tra il fondo del vano di corsa e il pavimento della cabina. caso, lo spazio libero deve essere misurato con gli ammortizzatori completamente compressi. Dett non si applica agli ascensori la cui cabina, per la progettazione del sistema di azionamento, non può lo spazio libero.
Gli ascensori devono essere costruiti in modo da poter essere messi in movimento soltanto se il di in posizione operativa.

79.3.8 Altri rischi

Quando sono motorizzate, le porte di piano, le porte delle cabine, o l'insieme di esse, devono ess di un dispositivo che eviti i rischi di schiacciamento durante il loro movimento.
Quando devono contribuire alla protezione dell'edificio contro l'incendio, le porte di piano, incluse che comprendono parti vetrate, devono presentare un'adeguata resistenza al fuoco, caratterizzata integrità e dalle loro proprietà relative all'isolamento (non propagazione della fiamma) e alla trasmi calore (irraggiamento termico).
Gli eventuali contrappesi devono essere installati in modo da evitare qualsiasi rischio di collision cabina o di caduta sulla stessa.
Gli ascensori devono essere dotati di mezzi che consentano di liberare e di evacuare le persone im nella cabina.
Le cabine devono essere munite di mezzi di comunicazione bidirezionali che consentano di otte collegamento permanente con un servizio di pronto intervento.
Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo che, se la temperatura nel locale del m supera quella massima prevista dall'installatore dell'ascensore, essi possano terminare i moviment e non accettino nuovi ordini di manovra.
Le cabine devono essere progettate e costruite in modo da assicurare un'aerazione sufficiente ai p anche in caso di arresto prolungato.
Nella cabina vi deve essere un'illuminazione sufficiente durante l'uso o quando una porta è aperta deve esistere un'illuminazione di emergenza.
I mezzi di comunicazione e l'illuminazione di emergenza devono essere costruiti per poter funziona in caso di mancanza di energia normale di alimentazione. Il loro tempo di funzionamento deve sufficiente per consentire il normale svolgimento delle operazioni di soccorso.
Il circuito di comando degli ascensori utilizzabili in caso di incendio deve essere progettato e cos modo che si possa evitarne l'arresto ad alcuni piani e consentire il controllo preferenziale dell'asce parte delle squadre di soccorso.

79.3.9 Marcatura

Oltre alle indicazioni minime prescritte per qualsiasi macchina conformemente al punto 1.7.3 dell'a della direttiva 89/392/CEE, ogni cabina deve essere dotata di una targa ben visibile, nella qua chiaramente indicati il carico nominale di esercizio in chilogrammi e il numero massimo di perso possono prendervi posto, nonché il numero di matricola.
Se l'ascensore è progettato in modo tale che le persone imprigionate nella cabina possano libera ricorrere ad aiuto esterno, le istruzioni relative devono essere chiare e visibili nella cabina.

79.3.10 Istruzioni per l'uso

I componenti di sicurezza di cui all'allegato IV del D.P.R. n. 162/1999 devono essere corredati di un libretto d'istruzioni redatto in lingua italiana o in un'altra lingua comunitaria accettata dall'installat modo che il montaggio, i collegamenti, la regolazione e la manutenzione, possano essere e correttamente e senza rischi.
Detta documentazione deve comprendere almeno:
- un libretto d'istruzioni contenente i disegni e gli schemi necessari all'utilizzazione normale, non manutenzione, all'ispezione, alla riparazione, alle verifiche periodiche e alla manovra di soccorso;

- un registro sul quale si possono annotare le riparazioni e, se del caso, le verifiche periodiche.

79.3.11 Marcatura CE di conformità

Il D.P.R. n. 162/1999, all'art. 7 ha introdotto la marcatura CE di conformità, costituita dalle iniziali CE, secondo il modello grafico di cui all'allegato III dello stesso decreto.
La marcatura CE deve essere apposta in ogni cabina di ascensore in modo chiaro e visibile, conforme al punto 5 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, e deve, altresì, essere apposta su ciascun com sicurezza elencato nell'allegato IV sempre del D.P.R. n. 162/1999 o, se ciò non è possibile, su un fissata al componente di sicurezza.
È vietato apporre sugli ascensori o sui componenti di sicurezza marcature che possano indurre in terzi circa il significato e il simbolo grafico della marcatura CE. Sugli ascensori o sui componenti di sicurezza può essere apposto ogni altro marchio, purché questo non limiti la visibilità e la leggibi marcatura CE.
Quando sia accertata una apposizione irregolare di marcatura CE, l'installatore dell'ascensore, il fabbricante del componente di sicurezza o il mandatario di quest'ultimo stabilito nel territorio dell'Unione e devono conformare il prodotto alle disposizioni sulla marcatura CE.
In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, devono essere rispettate le proporzioni indicate nel simbolo di cui sopra.
I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale può essere inferiore a 5 mm. Per i componenti di sicurezza di piccole dimensioni si può derogar dimensione minima.

79.3.12 Componenti di sicurezza

L'elenco dei componenti di sicurezza di cui all'art. 1, comma 1 e all'art. 8, comma 1 del D.P.R. n. 1 è il seguente:
- dispositivi di bloccaggio delle porte di piano;
- dispositivi paracadute (di cui al paragrafo 3.2 dell'allegato 1) che impediscono la caduta della movimenti ascendenti incontrollati;
- dispositivi di limitazione di velocità eccessiva;
- ammortizzatori ad accumulazione di energia a caratteristica non lineare o con smorzamento del m di ritorno;
- ammortizzatori a dissipazione di energia;
- dispositivi di sicurezza su martinetti dei circuiti idraulici di potenza quando sono utilizzati come d paracadute;
- dispositivi elettrici di sicurezza con funzione di interruttori di sicurezza con componenti elettronici

79.3.13 Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap

I requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori previsti dal D.M. 236/1989 per i soggetti portatori di handicap sono i seguenti:
a) negli edifici di nuova edificazione non residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristic
- cabina di dimensioni minime di 1,40 m di profondità e 1,10 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,80 m, posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,50 m · 1,50 m.

b) negli edifici di nuova edificazione residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
- cabina di dimensioni minime di 1,30 m di profondità e 0,95 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,80 m posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,50 · 1,50 m.

c) l'ascensore, in caso di adeguamento di edifici preesistenti, ove non sia possibile l'installazione di dimensioni superiori, può avere le seguenti caratteristiche:
- cabina di dimensioni minime di 1,20 m di profondità e 0,80 m di larghezza;

- porta con luce netta minima di 0,75 m posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,40 · 1,40 m.

Le porte di cabina e di piano devono essere del tipo a scorrimento automatico. Nel caso di adegu
porta di piano può essere ad anta incernierata, purché dotata di sistema per l'apertura automatica.
In tutti i casi le porte devono rimanere aperte per almeno otto secondi, e il tempo di chiusura non d
inferiore a quattro secondi.
L'arresto ai piani deve avvenire con auto livellamento, con tolleranza massima ± 2 cm.
Lo stazionamento della cabina ai piani di fermata deve avvenire con porte chiuse.
La bottoniera di comando interna ed esterna deve avere i bottoni ad una altezza massima compre
m e 1,40 m; per ascensori del tipo a), b) e c) la bottoniera interna deve essere posta su una paret
almeno 35 cm dalla porta della cabina.
Nell'interno della cabina, oltre al campanello di allarme, deve essere posto un citofono ad altezza
tra 1,10 m e 1,30 m, e una luce d'emergenza con autonomia minima di tre ore.
I pulsanti di comando devono prevedere la numerazione in rilievo e le scritte con traduzione in b
adiacenza alla bottoniera esterna deve essere posta una placca di riconoscimento di piano in caratte
Si deve prevedere la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e, ove possibile, l'installazione di u
ribaltabile con ritorno automatico.

79.3.14 Impianto elettrico [13]

L'impianto elettrico degli ascensori, oltre alle norme specifiche, deve fare riferimento alle seguen
riguardanti:
- il quadro di sezionamento locale dell'ascensore (elevatore);
- gli impianti elettrici di alimentazione e gli impianti ausiliari per gli ascensori;
- gli ascensori antincendio e di soccorso.

QUADRO DI SEZIONAMENTO LOCALE DELL'ASCENSORE (ELEVATORE)

Il quadro elettrico di sezionamento locale ascensore può essere di competenza:
- dell'installatore elettrico;
- dell'installatore dell'impianto di ascensore.

Il quadro elettrico di sezionamento delle linee di energia e luce, e di protezione delle linee luce, d
struttura in materiale isolante o lamiera, posizionato all'interno del locale sala macchina asc
immediatamente vicino alla porta d'ingresso.
Per impianti senza locale macchina (Machine Room Less), le apparecchiature del quadro devono essere
posizionate all'interno del pannello di manutenzione posto all'esterno del vano corsa. Il grado di pr
deve essere di almeno IP 30.
Il quadro deve contenere indicativamente un interruttore di sezionamento della linea di energia pe
ascensore, con protezione magnetotermica del tipo:
- con protezione differenziale (di tipo B in presenza di circuiti in corrente continua: IEC 60755);
- con sensibilità massima di 1,0 A e sensibilità minima di 0,3 A per impianti dotati di variatore di fr

Per gli ascensori dotati di dispositivi di emergenza per il riporto della cabina al piano in caso di man
tensione, l'interruttore generale o il comando per l'interruttore devono avere un polo supplemen
l'apertura del circuito di alimentazione del suddetto dispositivo.

Norme di riferimento
UNI EN 81-1,
UNI EN 81-2,
CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1),
CEI 23 – 51,

[13] http://www.capitolatitecnici.it, a cura della federazione ANIE, aderente a Confindustria, che rappresenta le principali imprese elettrotecniche ed elettroniche che operano in Italia.

IEC 60755

IMPIANTI ELETTRICI DI ALIMENTAZIONE E IMPIANTI AUSILIARI PER GLI ASCENSORI

La linea di alimentazione di un ascensore deve partire dall'interruttore di protezione differenziale p
quadro elettrico generale, che può essere posizionato:
- nel locale contatore;
- nel locale portineria o piano.
L'interruttore generale posto sul quadro interruttori del locale del macchinario deve poter togliere
all'impianto, salvo che alle linee di illuminazione. In alcuni casi, per impianti senza locale del macc
può essere richiesto un sezionatore sottocarico da posizionarsi all'interno del vano corsa all'ultim
dell'edificio servito dall'ascensore.
La sensibilità dell'interruttore differenziale del quadro elettrico di distribuzione dell'energia (posto a
della linea di alimentazione) deve essere tale da garantire la protezione dai contatti indiretti e co
continuità di servizio dell'impianto.
Se gli ascensori devono essere dotati di dispositivi di emergenza per il riporto della cabina al piano
mancanza di tensione, l'interruttore generale o il comando per l'interruttore devono avere u
supplementare per l'apertura del circuito di alimentazione del suddetto dispositivo.
Nei vani corsa e nei locali del macchinario degli ascensori, non devono essere disposte condu
tubazioni che non appartengano agli impianti ascensori stessi, salvo le eventuali condutture
riscaldamento del vano, a condizione che non siano a vapore o ad acquai in pressione, e
apparecchiature di regolazione siano poste al di fuori del vano.
I vani corsa devono essere illuminati artificialmente. Nella fossa devono essere installati in p
accessibile dall'ingresso:
- una presa protetta;
- un interruttore per l'accensione dell'illuminazione;
- un pulsante per l'arresto in emergenza dell'ascensore.
Tutte le cabine degli impianti devono essere munite di un mezzo di comunicazione bidirezion
consenta di comunicare con un servizio di pronto intervento. Tale requisito normalmente rende n
l'adozione di una linea telefonica dedicata (fissa o mobile, di tipo GSM).

Norme di riferimento
CEI 64-8
CEI Guida 64-50
UNI EN 81-1
UNI EN 81-2
UNI EN 81-28
IEC 60755

ASCENSORI ANTINCENDIO E DI SOCCORSO

Nei vani corsa e nei locali del macchinario degli ascensori non devono essere disposte condutture o
che non appartengano agli impianti ascensori stessi, salvo le eventuali condutture per il riscaldam
vano, a condizione che non siano a vapore o ad acquai in pressione, e che le apparecchiature di re
siano poste al di fuori del vano.
I vani corsa devono essere illuminati artificialmente. Nella fossa devono essere installati una presa
un interruttore per l'accensione dell'illuminazione e un pulsante per l'arresto in emergenza dell'as
accessibili dall'ingresso.
Il tetto della cabina deve essere dotato di una botola delle dimensioni minime di 0,50 · 0,70 m.
Tutte le cabine degli impianti devono essere munite di un mezzo di comunicazione bidirezion
consenta di comunicare con un servizio di pronto intervento. Tale requisito normalmente rende n
l'adozione di una linea telefonica dedicata (fissa o mobile), di tipo

La linea di alimentazione deve essere distinta dalle linee di alimentazione di altri ascensori e dev
suddivisa in:
- alimentazione ordinaria;
- alimentazione secondaria di sicurezza.
I montanti dell'alimentazione elettrica secondaria del macchinario devono essere separati dall'alime
primaria del macchinario e devono avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano
comunque non inferiore a 60.
In caso di incendio il passaggio dall'alimentazione primaria a quella secondaria di sicurezza deve
automatico per cui occorre prevedere un dispositivo di tele-commutazione, ubicato:
- all'interno del locale macchina (qualora esistente);
- in armadio posto in corrispondenza nell'ultima fermata in alto in prossimità del pannello di manut
(qualora non esista il locale macchina).

Norme di riferimento
CEI 68-4;
UNI EN 81-1;
UNI EN 81-2;
UNI EN 81-5;
UNI EN 81-7;
UNI EN 81-73.

79.4 Piattaforme elevatrici

Le piattaforme elevatrici per superare dislivelli, di norma non superiori a 4 m, e con velocità non su
0,1 m/s, devono rispettare, per quanto compatibili, le prescrizioni tecniche specificate per i servosc
Le piattaforme e il relativo vano corsa devono avere opportuna protezione e i due accessi n
cancelletto.
La protezione del vano corsa e il cancelletto del livello inferiore devono avere altezza tale da non c
il raggiungimento dello spazio sottostante la piattaforma, in nessuna posizione della stessa.
La portata utile minima deve essere di 130 kg.
Il vano corsa deve avere dimensioni minime pari a 0,80 m · 1,20 m.
Se le piattaforme sono installate all'esterno, gli impianti devono risultare protetti dagli agenti atmos
I requisiti costruttivi dei montascale, per molto tempo privi di regolamentazione, sono contenuti ne
UNI 9801.
I componenti di sicurezza dei montacarichi, soggetti a dichiarazione di conformità da parte del cost
sensi del D.P.R. n. 459/1996, sono:
- i dispositivi di blocco delle porte o portelli di piano;
- il dispositivo contro l'eccesso di velocità;
- la valvola di blocco (o la valvola di riduzione differenziale);
- i circuiti di sicurezza con componenti elettronici;
- il paracadute;
- gli ammortizzatori, esclusi quelli a molla senza ritorno ammortizzato.

79.5 Regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi

I vani degli impianti di sollevamento devono essere costruiti secondo il D.M. 15 settembre 2005.

79.5.1 Disposizioni generali

Le pareti del vano di corsa, le pareti del locale del macchinario (se esiste) e le pareti del locale del
di rinvio (se esiste), ivi compresi porte e portelli di accesso, nel caso in cui non debbano partec
compartimentazione dell'edificio, devono comunque essere costituite da materiale non combustibile

Le pareti del locale del macchinario (se esiste) e le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se e
comprese le loro porte e botole di accesso, se poste in alto e se esigenze di compartiment
richiedano, devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco uguali o superiori a quelle richiest
pareti del vano di corsa con il quale comunicano.
I setti di separazione tra vano di corsa e locale del macchinario (se esiste) o locale delle pulegge d
esiste), devono essere realizzati con materiale non combustibile. I fori di comunicazione, attraverso
per passaggio di funi, cavi o tubazioni, devono avere le dimensioni minime indispensabili.
All'interno del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), del locale delle pulegge di ri
esiste), e delle aree di lavoro destinate agli impianti di sollevamento, non devono esserci tu
installazioni diverse da quelle necessarie al funzionamento o alla sicurezza dell'impianto, come p
dalladirettiva 95/16/CE
L'intelaiatura di sostegno della cabina deve essere realizzata con materiale non combustibile. Le
pavimento e il tetto devono essere costituiti da materiali di classe di reazione al fuoco non superio
gli ascensori antincendio e per quelli di soccorso, anche le pareti, il pavimento e il soffitto della
devono essere realizzati con materiale non combustibile.
Le aree di sbarco protette, realizzate negli edifici quando necessario davanti agli accessi di pia
impianti di sollevamento, nonché nell'eventuale piano predeterminato d'uscita, di cui al paragrafo
devono essere tali che si possa ragionevolmente escludere ogni possibilità d'incendio in esse.

79.5.2 Vano di corsa

In relazione alle pareti del vano di corsa, si distinguono tre tipi di impianti di sollevamento:
- in vano aperto;
- in vano protetto;
- in vano a prova di fumo.

79.5.2.1 Vano aperto

Si considera *vano aperto* un vano di corsa che non deve costituire compartimento antincendio. In tal ca
sufficiente che le pareti del vano di corsa e le porte di piano, e le eventuali altre porte o portelli di
ispezione siano realizzati con materiali non combustibili.

79.5.2.2 Vano protetto

Si considera *vano protetto* un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:
- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso, le porte e i portelli d
le pareti del locale del macchinario (se esiste), le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esist
gli spazi del macchinario e le aree di lavoro (se disposti fuori del vano di corsa), devono avere
caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento. Gli eventuali fori di passaggio di funi, ca
relativi all'impianto, che devono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devon
dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al paragrafo 86.5.1;
- tutte le porte di piano, d'ispezione e di soccorso devono essere a chiusura automatica e aver
caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento.

79.5.2.3 Vano a prova di fumo

Si considera *vano a prova di fumo* un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:
- le pareti del vano di corsa devono essere separate dal resto dell'edificio a tutti i piani e su tutte
ivi comprese le porte di piano, di soccorso e di ispezione sul vano di corsa, mediante filtro a prova
È consentito che il filtro a prova di fumo sia unico per l'accesso sia alle scale che all'impian
sollevamento, fatta eccezione per gli impianti di cui ai successivi paragrafi 86.5.6 e 86.5.7;
- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso, le e porte e
d'ispezione, le pareti del locale del macchinario (se esiste), le pareti del locale delle pulegge di

esiste), nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro (se disposti fuori del vano di corsa) avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento. Gli eventuali fori di pas funi, cavi e tubi relativi all'impianto, che devono attraversare gli elementi di separazione resistenti devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al paragrafo 86.5.1
- le porte di piano, di ispezione e di soccorso, possono dare accesso direttamente ad aree di sbarc aperte per almeno un lato verso uno spazio scoperto, ovvero verso filtri a prova di fumo.

79.5.3 Accessi al locale del macchinario, agli spazi del macchinario e/o alle aree di lavoro

Per i vani di cui ai paragrafi 86.5.2.3 e 86.5.6, gli accessi al locale del macchinario, se esiste, gli locale delle pulegge di rinvio, se esiste, nonché agli spazi del macchinario e alle aree di lavoro, avvenire attraverso spazi scoperti o protetti con filtri a prova di fumo.
Per i vani di cui al paragrafo 86.5.7, gli accessi al locale del macchinario e gli accessi al locale delle di rinvio (se esiste), devono avvenire attraverso spazi scoperti o protetti con filtri a prova di f esclusione di quelli in sovrappressione.
Nei vani di cui ai paragrafi 86.5.2.2, 86.5.2.3 e 86.5.6, in cui sono installati impianti di sollevar azionamento idraulico, i serbatoi che contengono l'olio devono essere chiusi e costruiti in acci tubazioni per l'olio, se installate fuori del vano di corsa, devono essere di acciaio. In alternativa, i s le tubazioni devono essere protetti dall'incendio e dotati di chiusure capaci di trattenere l'olio.
Le aree di lavoro, poste fuori del vano di corsa, devono essere facilmente e chiaramente individuate essere ubicate in ambienti aventi caratteristiche conformi con quelle stabilite al paragrafo 86.5.2 per il vano di corsa.

79.5.4 Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario

Le aerazioni del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), del locale delle pulegge di r esiste), e/o degli spazi del macchinario, devono essere fra loro separate e aperte direttamen canalizzazioni anche ad andamento suborizzontale, verso spazi scoperti, a condizione che sia ga tiraggio. Le canalizzazioni devono essere realizzate con materiale non combustibile.
L'aerazione del vano di corsa, degli spazi del macchinario o dei locali del macchinario e/o delle pu rinvio (se esistono), deve essere permanente e realizzata mediante aperture, verso spazi sc inferiori al 3% della superficie in pianta del vano di corsa e dei locali, con un minimo di:
- 0,20 m^2 per il vano di corsa;
- 0,05 m^2 per il locale del macchinario (se esiste), e per il locale delle pulegge di rinvio (se esiste).

Dette aperture devono essere realizzate nella parte alta delle pareti del vano e/o dei locali da aerar inoltre, essere protette contro gli agenti atmosferici e contro l'introduzione di corpi estranei (anim volatili, ecc.). Tali protezioni non devono consentire il passaggio di una sfera di diametro maggio mm. Quando il vano di corsa è aperto su spazi scoperti, per esso non è richiesta aerazione.
La canalizzazione di aerazione del vano può attraversare il locale del macchinario, se esiste, o dell di rinvio. Allo stesso modo, la canalizzazione di aerazione degli ambienti contenenti il macchinar locale del macchinario (se esiste), può attraversare il vano di corsa e il locale delle pulegge di rinv locali interni dell'edificio, purché garantisca la prevista compartimentazione.

79.5.5 Misure di protezione attiva

Se in vano protetto o in vano a prova di fumo, gli impianti di sollevamento, quando le esig compartimentazione dell'edificio lo richiedono, prima che la temperatura raggiunga un valore compromettere il funzionamento, previo comando proveniente dal sistema di rilevazione di dell'edificio, devono inviare la cabina al piano predeterminato di uscita e permettere a qualunque pa di uscire.
In prossimità dell'accesso agli spazi e/o al locale del macchinario deve essere disposto un estintore 21A89BC, idoneo per l'uso in presenza d'impianti elettrici.

Nel locale del macchinario (se esiste), possono essere adottati impianti di spegnimento auto condizione che siano del tipo previsto per incendi di natura elettrica, convenientemente protetti cor accidentali, e tarati a una temperatura nominale d'intervento tale che intervengano dopo che l'asc sia fermato a seguito della manovra prevista al precedente paragrafo.

79.5.6 Vani di corsa per ascensore antincendio

Il vano di corsa per un ascensore antincendio deve rispondere alle caratteristiche indicate al p 86.5.2.3, e alle seguenti ulteriori misure:

- tutti i piani dell'edificio devono essere serviti dall'ascensore antincendio;
- l'uscita dall'ascensore deve immettere in luogo sicuro, posto all'esterno dell'edificio, in corrispond piano predeterminato di uscita, direttamente o tramite percorso orizzontale protetto di lungh superiore a 15 m, ovvero di lunghezza stabilita dalle disposizioni tecniche di settore;
- le pareti del vano di corsa, il locale del macchinario (se esiste), gli spazi del macchinario e le aree di un ascensore antincendio, devono essere distinti da quelli degli altri eventuali ascensori e appa compartimenti differenti;
- gli elementi delle strutture del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), o degli macchinario e delle aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere una resistenz corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a EI 60;
- l'accesso al locale macchinario (se esiste), agli spazi del macchinario o alle aree di lavoro, deve av spazio scoperto, esterno all'edificio, o attraverso un percorso, protetto da filtro a prova di fumo di al fuoco corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a EI 60;
- ad ogni piano, all'uscita dall'ascensore, deve essere realizzata un'area dedicata di almeno 5 m esterna all'edificio, oppure protetta da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente del compartimento, e comunque non inferiore a EI 60;
- la botola installata sul tetto della cabina, per il salvataggio o per l'auto salvataggio di persone int deve essere prevista con dimensioni minime di 0,50 m · 0,70 m, di facile accesso sia dall'inter chiave di sblocco, sia dall'esterno della cabina. Le dimensioni interne della cabina devono essere d 1,10 m · 2,10 m, con accesso sul lato più corto;
- le porte di piano devono avere resistenza al fuoco non inferiore a quella richiesta per il vano di comunque, non inferiore a EI 60;
- la linea di alimentazione di un ascensore antincendio deve essere distinta da quella di ogni altro presente nell'edificio, e deve avere una doppia alimentazione primaria e secondaria di sicurezza;
- i montanti dell'alimentazione elettrica del macchinario devono essere separati dall'alimentazione p avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a EI 60;
- in caso di incendio, il passaggio da alimentazione primaria ad alimentazione secondaria di sicure essere automatico;
- i locali del macchinario e delle pulegge di rinvio (se esistono), e il tetto di cabina, devono essere di illuminazione di emergenza, con intensità luminosa di almeno 5 lux, ad 1 m di altezza sul p calpestio, e dotata di sorgente autonoma incorporata, con autonomia di almeno un'ora e, comun inferiore al tempo di resistenza richiesto per l'edificio;
- in caso di incendio, la manovra di questi ascensori deve essere riservata ai vigili del fu eventualmente agli addetti al servizio antincendio opportunamente addestrati;
- un sistema di comunicazione bidirezionale deve collegare in maniera permanente la cabina all'a contenente il macchinario o al locale del macchinario (se esiste), e alle aree di sbarco;
- nel progetto dell'edificio devono essere adottate misure idonee a limitare il flusso d'acqua nel corsa, durante le operazioni di spegnimento di un incendio. Il materiale elettrico all'interno del vano (nella zona che può essere colpita dall'acqua usata per lo spegnimento dell'incendio) e l'illuminaz vano, devono avere protezione IPX3;
- gli ambienti e le aree di sbarco protette devono essere tali da consentire il funzionamento cor manovra degli ascensori antincendio per tutto il tempo prescritto per la resistenza al fuoco dell'edifi

- gli ascensori antincendio non vanno computati nella valutazione delle vie di esodo.

79.5.7 Vano di corsa per ascensore di soccorso

Quando in un edificio, in relazione alle specifiche disposizioni di prevenzione incendi, deve essere i
un ascensore di soccorso, utilizzabile in caso di incendio, installato esclusivamente per traspor
attrezzature del servizio antincendio ed, eventualmente, per l'evacuazione di emergenza delle
devono essere adottare, oltre alle misure di cui al paragrafo 86.5.6, anche le seguenti:
– il numero degli ascensori di soccorso deve essere definito in modo da servire con essi l'intera s
orizzontale di ciascun piano dell'edificio;
– il locale del macchinario deve essere installato nella sommità dell'edificio con accesso diretto dal
copertura del medesimo;
– non è ammesso un azionamento di tipo idraulico;
– i condotti di aerazione del locale del macchinario devono essere separati da quelli del vano di
caso di condotto di aerazione del vano di corsa, che attraversasse il locale del macchinario o c
contiguo, il condotto di aerazione deve essere segregato e protetto con materiali aventi resistenza
almeno REI 120;
– le dimensioni interne minime della cabina e dell'accesso devono essere stabilite in base alle esi
vigili del fuoco, e, in ogni caso, non devono essere inferiori ai seguenti valori:
- larghezza: 1,10 m;
- profondità: 2,10 m;
- altezza interna di cabina: 2,15 m;
- larghezza accesso (posto sul lato minore) 1 m.
– le porte di piano e di cabina devono essere ad azionamento manuale. La porta di cabina, in pa
deve essere ad una o più ante scorrevoli orizzontali. Al fine di assicurare la disponibilità dell'impiant
in caso di uso improprio, deve essere installato un dispositivo che, quando il tempo di sosta della
un piano diverso di quello di accesso dei vigili del fuoco supera i due minuti, riporti automaticam
cabina al piano anzidetto. Un allarme luminoso e acustico, a suono intenso non inferiore ai 60 dB(A
segnalare il fallimento di questa manovra al personale dell'edificio. Tale allarme non deve essere c
quando l'ascensore è sotto il controllo dei vigili del fuoco;
– un interruttore a chiave, posto a ogni piano servito, deve consentire ai vigili del fuoco di c
direttamente l'ascensore di soccorso;
– per l'auto salvataggio, dall'interno della cabina, deve essere presente una scala che consenta di ra
in sicurezza il tetto della cabina stessa attraverso la relativa botola. Per consentire il diretto e faci
alla botola, all'interno della cabina non sono ammessi controsoffitti.

79.5.8 Norme di esercizio

L'uso degli ascensori in caso d'incendio è vietato. Presso ogni porta di piano di ogni ascensore dev
affisso un cartello con l'iscrizione "Non usare l'ascensore in caso d'incendio". In edifici di civile abita
è sufficiente prevedere l'affissione del cartello solo presso la porta del piano principale servito e d
altri piani da cui si può accedere dall'esterno.
In caso d'incendio è consentito unicamente l'uso di ascensori antincendio e di soccorso, in rela
quanto stabilito dalle specifiche regole tecniche di settore. Inoltre, è proibito accendere fiamme
cabina, nel vano di corsa, nei locali del macchinario e delle pulegge di rinvio e nelle aree di lavoro
depositare in tali ambienti materiale estraneo al funzionamento dell'ascensore.
I suddetti divieti, limitazioni e condizioni di esercizio devono essere segnalati con apposita se
conforme al decreto legislativo n. 81/2008.

Art. 80. Impianti di antieffrazione e antintrusione

80.1 Norme di riferimento

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alla legge 1° marz
186. Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in
relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisame
CEI 12-13 – *Apparecchi elettronici e loro accessori collegati alla rete per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza* ;
CEI 79-2 – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature;*
CEI 79-3 – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione* .

NORME PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI ANTIEFFRAZIONE E ANTINTRUSIONE

CEI 79-4 – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi* ;
CEI 64-8 – *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua* ;
CEI 64-9 – *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare* ;
CEI 64-10 – *Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o di intrattenimento* ;
CEI 64-2 – *Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio* ;
CEI S/423 – *Impianti di terra negli edifici civili. Raccomandazioni per l'esecuzione* ;
CEI 103-1 – *Impianti telefonici interni* ;
CEI 64-50:UNI 9620 – *Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*
Inoltre, devono essere rispettate le disposizioni della legge n. 818/1984, per quanto applicabili.

80.2 Prove sulle apparecchiature

Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio, e ai sensi dell'art. 2 della legge 18 ottobre 197
che richiede l'utilizzo di materiale costruito a regola d'arte, tutti i dispositivi di rivelazione, segn
locale/remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), d
rispondere alle norme CEI 79-2, 79-3 e 79-4.
Per attestare la rispondenza alle sopraddette norme, dette apparecchiature dovranno riportare i
marchio di conformità, ove previsto dalle stesse.
Qualora l'apparecchiatura da impiegare non sia contemplata nelle sopraelencate norme, ma esistar
di riferimento a livello europeo (CENELEC) oppure internazionale (IEC), essa dovrà essere munita di
dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore. In ogni caso, dovrà essere garantita la sicurez
A tal riguardo, tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa
(trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle norme CEI 12-13. Tale rispondenza
dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi co
degli stati membri della CEE, oppure da dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.
Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

80.3 Caratteristiche tecniche degli impianti

Per quanto attiene all'esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale
quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un liv
prestazione, definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso e
da proteggere presenti (in caso di insufficienza o incompletezza del progetto, si farà specifico rif
alle norme CEI 79-3 e 79-3 V1).

80.4 Verifiche

Le verifiche da effettuare a cura del direttore dei lavori degli impianti antieffrazione, antiintrusione e
sulla base della documentazione fornita sono:

– controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;
– controllo a vista del posizionamento, fissaggio e accessibilità della centrale di gestione, de
rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a
prestazione richiesta;
– controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, e verific
completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
– calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del ti
batterie, e del dimensionamento degli alimentatori installati;
– controllo operativo delle funzioni concordate, e in particolare:
- risposta dell'impianto ad eventi di allarme;
- risposta dell'impianto ad eventi temporali;
- risposta dell'impianto ad interventi manuali.

80.5 Istruzioni per la manutenzione

Per garantire l'indispensabile continuità di funzionamento degli impianti devono essere fornite le is
per la loro manutenzione, che devono prevedere, come minimo, l'effettuazione di due visite or
ispezione all'anno, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che inter
programma di manutenzione preventiva, ovvero su chiamata straordinaria. In fase di manut
preventiva dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo
funzionamento dell'impianto in generale, e in particolare:
- il funzionamento della centrale di gestione, con particolare riguardo alle segnalazioni ott
all'attivazione dei mezzi di allarme;
- l'efficienza dell'alimentatore e lo stato di carica delle batterie;
- la sensibilità e la portata dei rilevatori;
- l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli a
di ogni altro dispositivo componente il sistema.

Capitolo 8
OPERE FOGNARIE, ILLUMINAZIONE E STRADALI

Sezione I
Collocazione di tubazioni

Art. 81. Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa in opera delle tubazioni

81.1 Generalità

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente prod combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico che i planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.
La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni d opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni e ai tipi di g eseguire.
In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bo nicchie, allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.
L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo e il coordinamento quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà event collegarsi.
Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di po condotte o ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazio direzione dei lavori.
In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della per fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per gar funzionalità delle opere in appalto.
Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano. Eventuali errori d'esecuzione della livelle giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in qua pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a c dell'appaltatore.
Qualora, invece, detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del colla dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente c
Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della devono essere accuratamente eliminate.

Interferenze con edifici

Quando gli scavi si sviluppano lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in mod ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da u esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi tesi ad accertarne natura, consistenza e pr quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fa Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lav progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.
Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso secondo modalità dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate secondo d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesi rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'ap redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

81.2 Attraversamenti di manufatti

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, si deve assolutamente evitare di murare le tubaz stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitab lievi, assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna, invece, provvedere alla creazione d spazio fra muratura e tubo, fasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone cemento plastico.
Ad ogni modo, è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immed a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti sara assorbiti dall'elasticità dei giunti più vicini.

81.3 Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluogh incaricati degli uffici competenti, bisogna determinare con esattezza i punti dove la canaliz interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici nonché manufatti in genere).
Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno e assicurati solo alla p incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, se dovesse essere scoperto un condotto non in pr segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o dovesse verificarsi un danno al durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'ufficio competente.
I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quo della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e – se s acquedotti – protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escava mezzi meccanici.
Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Q non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provv deviare dalla fossa i servizi stessi.
Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli sposta pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi s intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

81.4 Realizzazione della fossa

81.4.1 Opere provvisionali

Le opere provvisionali in presenza di scavi e/o sbancamenti devono essere realizzate second previsto dal piano di sicurezza e di coordinamento (o piano operativo di sicurezza) secondo le disposizioni del D.Lgs. n. 81/2008.

81.4.2 Tipologie di scavi

In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le tipologie:
- trincea stretta;
- trincea larga;
- terrapieno (posizione positiva);

- terrapieno (posizione negativa).

TRINCEA STRETTA

È la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo in PVC, in quanto viene alleggerito dal carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della def per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto.

TRINCEA LARGA

Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per ques in fase di progettazione, si consiglia di partire, per questioni di sicurezza, da questa ipotesi.

TERRAPIENO (POSIZIONEPOSITIVA)

La sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi (anche naturali) nel e il relativo cedimento del terreno, impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo m caso di carichi pesanti.

TERRAPIENO (POSIZIONENEGATIVA)

La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una piuttosto modesta in atto fra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno e i fianchi natu scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in inferiori a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta e a trincea larga.
La larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a (D + 0,40 · D) m.

Letto di posa per le tubazioni

81.5 Appoggio su suoli naturali

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purch abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto.
Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granu massima inferiore a 20 mm Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli cos ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.
La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma es condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all' supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee.
Potrà essere, altresì, prescritto il rincalzo della conduttura sopra la sella d'appoggio sagomata, con non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.
In alternativa, la conduttura potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presag rincalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.
Come materiale per il rincalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (p di sabbia >15%) con granulometria massima pari a 20 mm, ovvero sabbia di frantumazione e pi con granulometria massima pari a 11 mm.
Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma, questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

81.6 Appoggio su materiale di riporto

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leg granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di

artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.
Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa >
dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima
dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del cond
Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a 100 mm
Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fo
condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve
a 100 mm + 1/5 D, ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

81.7 Appoggio su calcestruzzo

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della
forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccio
Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà par
+ 1/10 D in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente si realizzerà una soletta piana in calcestr
quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio.
supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla s
esterna del tubo, e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci s
realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso prece
Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra
e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spesso
pari a 100 mm + 1/10 D in mm.
In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di fal

81.8 Camicia in calcestruzzo

In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del cond
calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.
Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia co
l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto, lo spessore minimo dev
aumentato in funzione delle esigenze statiche.
Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la n
terreni lo rendesse opportuno, e in ogni caso su disposizione della direzione dei lavori, le tubazion
poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria
dell'altezza minima di D/10 + 10 cm (*essendo* D il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza de
cavo.
Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con cong
cementizio magro, in sezioni non inferiori a quelle riportate nella tabella 89.1.

Tabella 89.1 - Tubazioni interrate. Dimensioni minime del massetto di posa

Parametri	Diametro esterno del tubo [cm]												
	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea (a)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfianco (b)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto (t)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140

La norma UNI 7517 indica le diverse modalità di posa e i coefficienti K da adottare in funzione dell'angolo d'appoggio, del grado di costipamento del rinfianco e del tipo di trincea.

Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni

81.9 Controllo e pulizia dei tubi

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire

difetti o danni. Le code, i bicchieri e le guarnizioni devono essere integre.
Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accur
controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto
sfilamento), e pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.
Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funz
dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato
l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.
Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'
arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

81.10 Nicchie in corrispondenza dei giunti

Il sottofondo deve essere sagomato e avere nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicc
corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.
Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono
profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e incasso del giunto.

81.11 Continuità del piano di posa

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano asse
si devono adottare particolari provvedimenti, quali impiego di giunti adeguati, rattamenti speciali
della trincea o, se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo
continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

81.12 Protezione catodica delle tubazioni metalliche

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezione catod
corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

81.13 Tubi danneggiati durante la posa in opera

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati in m
ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.
Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi est
qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna
Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estran
superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie
a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

81.14 Piano di posa

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere
un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettron
autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia
munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.
Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali d
quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi ad
appropriate contromisure.
La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati
costipamento del materiale di rincalzo.
La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore (0,10 + D/10) m, e comunque maggiore di
larghezza pari allo scavo.
Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico.
Per i tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola 90°; esso può essere

mediante accurato rincalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio
(120°) possono essere realizzati con tubi rigidi, solo se gli interstizi del supporto vengono costipat
modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore del
sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico.
rigidi aventi diametro = 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a 60°.
Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di 180°, realizzato
compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.
Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutiv
tali da non danneggiare il rivestimento.
Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sott
dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da
riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sco
in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.
Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della t
pratica il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 2
materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto fino ai prescritti valori dell'indice di Pro
b.u. n. 69 AASHO mod.).

81.15 Modalità di posa in opera

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogn
che possa danneggiare tubi e rivestimenti.
I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contr
direzione del flusso.
In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o matto
appoggi discontinui.
Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.
Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni e le istruzioni del forn
tubi.
I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dell
di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento d

Rinterro delle tubazioni

81.16 Generalità

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizion
canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livella
mediante altri mezzi idonei.

81.17 Esecuzione del rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipa
per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel
che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia c
compatto. Durante tali operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il cont
delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibratori a piastra re
potenza media o con altri mezzi meccanici.
Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario, essere accu
riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventualmente
sotto i bicchieri stessi, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta.
Il rinfianco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i l
tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con

una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (avendo cura di non dar
il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depura
elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali e animali. Il rinfianco delle tuba
primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, devo
effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di 1,9 t/m³. Il massimo contenuto di limo è
limitato al 10%. Il massimo contenuto di argilla, invece, è limitato al 5%.
La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona
dal tubo, fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valo
determinante con la prova di Proctor modificata.
Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere
almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, ar
ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 3
devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla g
superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progett
Infine, verrà lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.
Il rinterro deve avvenire secondo le prescrizioni della norma UNI EN 1295-1, che distingue:
– zona di rinterro, che deve essere eseguita secondo le caratteristiche della condotta (rigida, se
flessibile), i carichi esterni e la tipologia dei terreni attraversati;
– zona di rinterro accurato, costituita:
- da letto di posa e rinfianco fino a 10 cm almeno al di sopra della generatrice superiore dell'accop
per le condotte flessibili;
- letto di posa e base d'appoggio fino al diametro orizzontale per le condotte rigide.
– terreno.
In generale, le condizioni di posa devono tenere conto dei seguenti fattori:
- mantenimento della condotta al riparo dal gelo;
- attraversamento ad alta sicurezza (passaggi di ferrovie, autostrade, ecc.);
- regolamenti locali relativi alla viabilità.
L'esecuzione della base d'appoggio e del rinterro sarà effettuata con materiali compatibili con le co
di costipamento necessarie e previa accettazione della direzione dei lavori.
La ricopertura minima della condotta per qualsiasi materiale deve risultare di 80-100 cm in zone s
traffico leggero e di almeno 150 cm in zone soggette a traffico pesante. Per altezze del rinterro
quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma
protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e
tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica
impiegato.
Per i tubi in ghisa sferoidale potranno ammettersi altezze minime inferiori, previa adeguata verifica
favorevole della direzione dei lavori.
Se è previsto il riutilizzo del materiale di scavo, questo sarà privato di tutti quegli elementi susc
danneggiare le condotte. Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, questo sarà rea
strumenti leggeri da tutte e due le parti della condotta, al fine di non provocare deviazioni del pi
livello della condotta.
Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento (a vibrazione o costipanti), sarà rea
funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancolaggio e dell'altezza di rinterro al d
dell'estradosso, previo parere favorevole della direzione dei lavori e del progettista.
Il materiale di rinterro dovrà appartenere ai gruppi A1, A2 e A3 della classificazione UNI 10006
rispettare le metodologie di calcolo delle norme ATV 127.
Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se
il ricorso ad altro materiale di riporto.
Il rinfianco e il ricoprimento devono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata
dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.

Nel caso di tubi installati in trincea, la profondità minima del rinterro sarà 1,2 · DN (mm), e non ammessi in alcun caso reinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assolu mm.
Nel caso fosse necessario un rinterro minore, si dovrà realizzare un rinfianco in calcestruzzo e, superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determ progettista della condotta.
Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sull

81.18 Raccomandazioni per la compattazione

Considerato che un'eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non app possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, devono essere rispettate le raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale.
La compattazione può essere eseguita usando un compattatore ad impulsi o altro sistema idoneo. compattazione del rinterro, sarà cura dell'appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forn sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e r primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori.
Quando è possibile, occorre eseguire sul posto la misura della densità del materiale compattato c primaria, per verificarne l'accordo con le assunzioni progettuali esecutive.
Per quanto riguarda i terreni a grana grossolana con il 5% di fini, la massima densità si otterrà compattazione, la saturazione e la vibrazione. Il rinterro sarà posato in strati compresi fra 0,15 e dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi nel momento in cui viene saturata la zona di attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che abbia inizio la reaz assestamento.
La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 e il 12% si dovra mediante costipamento o saturazione e vibrazione.
Infine, i terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si con meglio per costipazione meccanica in strati compresi fra 0,10 e 0,15 m.
Il direttore dei lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprime primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.
Il rinfianco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato, pe terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua. Esso potrà essere consent direzione dei lavori, in via eccezionale, solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o r spessori.

Sezione II
Realizzazione di opere stradali

Sovrastruttura stradale. Caratteristiche geometriche delle strade

81.19 Terminologia relativa alla sovrastruttura

In riferimento alle istruzioni del C.N.R. b.u. n. 169/1994, si riportano le definizioni di cui ai pa seguenti.

81.20 Premessa

Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili si possono dist essenzialmente in:
- sovrastruttura e pavimentazione;
- sottofondo.

81.20.1 Sovrastruttura

81.20.1.1 Definizione

Con il termine *sovrastruttura* si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di str sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottof altre idonee strutture.
Nella sovrastruttura normalmente sono presenti e si distinguono i seguenti strati:
- strato superficiale;
- strato di base;
- strato di fondazione.

La sovrastruttura può anche comprendere strati accessori aventi particolari funzioni, quali:
- strato drenante;
- strato anticapillare;
- strato antigelo;
- eventuali strati di geotessile.

Normalmente si considerano tre tipi di sovrastruttura:
- flessibile;
- rigida;
- semirigida.

81.20.1.2 Strati della sovrastruttura

81.20.1.2.1 Strato superficiale

Lo strato superficiale è lo strato immediatamente sottostante al piano viabile. Nelle sovrastrutture esso viene suddiviso in due strati:
- strato di usura;
- strato di collegamento (binder).

81.20.1.2.2 Strato di base

Lo strato di base è lo strato intermedio tra lo strato superficiale e lo strato di fondazione.

81.20.1.2.3 Strato di fondazione

Lo strato di fondazione è lo strato della parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il te appoggio (sottofondo).

81.20.1.2.4 Strati accessori

Gli strati accessori si distinguono in tre tipi:
- strato anticapillare: strato di materiale di moderato spessore interposto fra lo strato di fondaz terreno di sottofondo, destinato ad interrompere, negli strati della sovrastruttura, l'eventuale risalit di acqua proveniente da falda acquifera;
- strato antigelo: strato di opportuno materiale, steso al di sotto dello strato di fondazione in spessore, avente la funzione di impedire che la profondità di penetrazione del gelo raggiunga un s gelivo;

- strato drenante: strato di materiale poroso impermeabile, posto a conveniente altezza nella sov
per provvedere alla raccolta e allo smaltimento di acque di falda o di infiltrazione verso le cunette
altro dispositivo drenante.

81.20.2 Tipi di sovrastrutture

81.20.2.1 Sovrastruttura flessibile

Con dizione tradizionale, si definisce *flessibile* una sovrastruttura formata da strati superficiali ed
eventualmente di base, costituiti da miscele di aggregati lapidei con leganti idrocarburici e da
fondazione non legati.
Nelle sovrastrutture più moderne, lo strato superficiale è spesso costituito da due strati, ovvero un
usura e uno strato di collegamento.
Lo strato di usura è lo strato disposto ad immediato contatto con le ruote dei veicoli, destinato ad
adeguate caratteristiche di regolarità e condizioni di buona aderenza dei veicoli alla superf
rotolamento, a resistere prevalentemente alle azioni tangenziali di abrasione, nonché a proteggere
inferiori dalle infiltrazioni delle acque superficiali.
Di recente è stato introdotto l'impiego di strati di usura porosi, drenanti e fonoassorbenti. In
l'impermeabilizzazione è realizzata sotto lo strato.
Lo strato di collegamento è lo strato, spesso chiamato *binder*, sottostante al precedente, destinato ad
integrarne le funzioni portanti e ad assicurarne la collaborazione con gli strati inferiori. Normalm
costituito da materiale meno pregiato, e quindi più economico del sovrastante.
Rientrano nella categoria delle sovrastrutture flessibili, inoltre, sovrastrutture di strade secondarie
superficiali costituiti da materiali lapidei non legati (macadam), con sovrapposto un eventuale tra
superficiale.

81.20.2.2 Sovrastruttura rigida

Con dizione tradizionale, si definisce *rigida* una sovrastruttura formata da uno strato superficiale costituit
da una lastra in calcestruzzo di cemento armato o non armato, e da uno o più strati di fondazione. L
calcestruzzo assomma in sé anche la funzione dello strato di base.
Lo strato di fondazione può essere costituito da miscele di aggregati non legati, ovvero legati co
idraulici o idrocarburici e suddiviso in più strati di materiali differenziati.
Poiché le funzioni portanti sono svolte dalla lastra in calcestruzzo, la funzione precipua dello st
fondazione è quella di assicurare alla lastra un piano di appoggio di uniforme portanza e deform
nonché quella di evitare che l'eventuale parte fine del terreno di sottofondo risalga in superficie att
giunti o le lesioni della lastra, creando vuoti e rendendo disuniformi le condizioni di appoggio dell
Esso, infine, può essere chiamato a svolgere anche una funzione drenante.

81.20.2.3 Sovrastruttura semirigida

Con dizione tradizionale, si definisce *semirigida* una sovrastruttura formata da strati superficiali costituiti da
miscele legate con leganti idrocarburici, strati di base costituiti da miscele trattate con leganti idr
eventualmente strati di fondazione trattati anch'essi con leganti idraulici o non legati.
Nelle sovrastrutture di questo tipo, nei casi più frequenti in Italia, gli strati di base comprendono u
sottostante trattato con leganti idraulici e uno sovrastante trattato con leganti bituminosi, onde
riprodursi in superficie della fessurazione di ritiro e igrotermica dello strato di base cementato sotto

81.20.2.4 Sovrastruttura rigida polifunzionale

Con questo termine, recentemente entrato in uso per alcune sovrastrutture rigide autostradali, vie
una sovrastruttura costituita da una lastra portante in calcestruzzo di cemento ad armatura cont
sovrastante strato di usura in conglomerato bituminoso poroso drenante, antisdrucciolevole
assorbente, uno strato di impermeabilizzazione posto al di sopra della lastra, un primo strato di fon

contatto con il sottofondo in misto granulare non legato, e un secondo strato di fondazione sovra
precedente, in misto cementato.

81.20.3 Sottofondo

81.20.3.1 Definizione

Si definisce *sottofondo* il terreno costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, a
caratteristiche atte a costituire appoggio alla sovrastruttura. Tale deve considerarsi il terreno fin
profondità alla quale le azioni verticali dei carichi mobili siano apprezzabili e influenti sulla st
dell'insieme (di solito dell'ordine di 30-80 cm).

81.20.3.2 Sottofondo migliorato o stabilizzato

Sottofondo che per insufficiente portanza e/o per notevole sensibilità all'azione dell'acqua e del ge
migliorato o stabilizzato con appositi interventi, ovvero sostituito per una certa profondità. Il so
viene detto *migliorato* quando viene integrato con materiale arido (correzione granulometrica) o qua
viene trattato con modesti quantitativi di legante, tali da modificare, anche temporaneamente
proprietà fisiche della terra (quali il contenuto naturale di acqua, la plasticità, la costipabilità, il
In alcuni casi, il miglioramento può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'a
geosintetici.
Il sottofondo viene detto *stabilizzato* quando il legante è in quantità tale da conferire alla terra una resisten
durevole, apprezzabile mediante prove di trazione e flessione proprie dei materiali solidi. Il
impiegato è normalmente di tipo idraulico o idrocarburico.

81.20.4 Trattamenti

81.20.4.1 Trattamento superficiale

Trattamento che nella viabilità secondaria sostituisce, talvolta, nelle sovrastrutture flessibili, l
superficiale.
Il trattamento è ottenuto spargendo in opera, in una o più riprese, prima il legante idrocarburico
l'aggregato lapideo di particolare pezzatura.
Tale trattamento può essere usato anche nella viabilità principale al di sopra dello strato di usu
sovrastrutture flessibili o della lastra in calcestruzzo nelle sovrastrutture rigide, per ass
l'impermeabilità (trattamento superficiale di sigillo) o per migliorare l'aderenza, nel qual caso
denominato anche *trattamento superficiale di irruvidimento* .

81.20.4.2 Trattamento di ancoraggio

Pellicola di legante idrocarburico (detta anche *mano di attacco*) spruzzata sulla superficie di uno strato della
sovrastruttura per promuovere l'adesione di uno strato sovrastante.

81.20.4.3 Trattamento di impregnazione

Trattamento consistente nello spandere un'idonea quantità di legante idrocarburico allo stato liquid
strato di fondazione o su un terreno di sottofondo a granulometria essenzialmente chiusa. Il legant
entro lo strato per capillarità, per una profondità limitata dell'ordine del centimetro.

81.20.4.4 Trattamento di penetrazione

Trattamento consistente nello spandere un'idonea quantità di legante (idrocarburico o idraulico) a
liquido su uno strato costituito da una miscela di inerti ad elevata percentuale di vuoti.
Il legante deve poter penetrare entro lo strato per gravità, per una profondità dell'ordine di alcuni ce

81.20.5 Tipi particolari di pavimentazioni o di strati

81.20.5.1 Pavimentazione ad elementi discontinui

Sono, per lo più, costituite da elementi di pietra di forma e dimensioni diverse. Attualmente il loro prevalentemente limitato alla manutenzione di antiche pavimentazioni di aree urbane monume transito pedonale.
I tipi più comuni sono i ciottolati (costituiti da ciottoli di forma tondeggiante), i lastricati (cost elementi di forma parallelepipeda) e i selciati (costituiti da elementi più piccoli di f approssimativamente cubica o tronco-piramidale).

81.20.5.2 Pavimentazione di blocchetti prefabbricati di calcestruzzo, detta anche di masselli di calcestruzzo autobloccanti

È costituita da elementi prefabbricati di calcestruzzo cementizio, di forma e colori diversi, alletta strato di sabbia e spesso muniti di risalti e scanalature alla periferia di ciascun elemento, onde mi mutuo collegamento degli elementi fra di loro.
Tale tipo di pavimentazione, prevalentemente destinata ad essere usata in zone pedonali e in zone a traffico leggero, può essere usata anche in zone soggette a carichi molti rilevanti, sottoposte a tra quali piazzali di sosta, di stoccaggio merci, ecc. In questo caso devono essere previsti, al di sotto di allettamento in sabbia, uno o più strati portanti di adeguato spessore.

81.20.5.3 Massicciata

Strato di fondazione costituito da massi irregolari di pietra (scapoli) disposti accostati sul sotto rinzeppati a mano con scaglie di pietrame, e quindi rullato con rullo compressore pesante.
Si tratta di un tipo di struttura molto comune nel passato, ma ormai completamente abbandonata.
Attualmente il termine viene talvolta ancora adoperato per indicare genericamente uno strato di fon di base. Onde evitare equivoci, è opportuno che tale denominazione venga abbandonata.

81.21 Elementi costitutivi dello spazio stradale

Il D.M. 5 novembre 2001, tenuto conto dell'art. 3 del codice della strada, riporta le denominazi spazi stradali e i loro seguenti significati (figura 92.1).

BANCHINA

Parte della strada, libera da qualsiasi ostacolo (segnaletica verticale, delineatori di margine, disp ritenuta), compresa tra il margine della carreggiata e il più vicino tra i seguenti elementi longitudina
- marciapiede;
- spartitraffico;
- arginello;
- ciglio interno della cunetta;
- ciglio superiore della scarpata nei rilevati.

Si distingue nelle cosiddette *banchina in destra* e *banchina in sinistra* .
La banchina in destra ha funzione di franco laterale destro. È di norma pavimentata ed è sostituita, tipologie di sezione, dalla corsia di emergenza.
La banchina in sinistra, invece, è la parte pavimentata del margine interno.

CARREGGIATA

Parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. È composta da una o più corsie di m pavimentata ed è delimitata da strisce di margine (segnaletica orizzontale).

CORSIA

Parte longitudinale della strada, normalmente delimitata da segnaletica orizzontale, di larghezza permettere il transito di una sola fila di veicoli.

Si distingue in:
- corsia di marcia: corsia facente parte della carreggiata, destinata alla normale percorrenza o al sorp
- corsia riservata: corsia di marcia destinata alla circolazione esclusiva di determinate categorie di v
- corsia specializzata: corsia destinata ai veicoli che si accingono ad effettuare determinate mano svolta, attraversamento, sorpasso, decelerazione, accelerazione, manovra per la sosta, o che prese velocità (corsia di arrampicamento) o altro;
- corsia di emergenza: corsia, adiacente alla carreggiata, destinata alle soste di emergenza, al t veicoli di soccorso ed, eccezionalmente, al movimento dei pedoni.

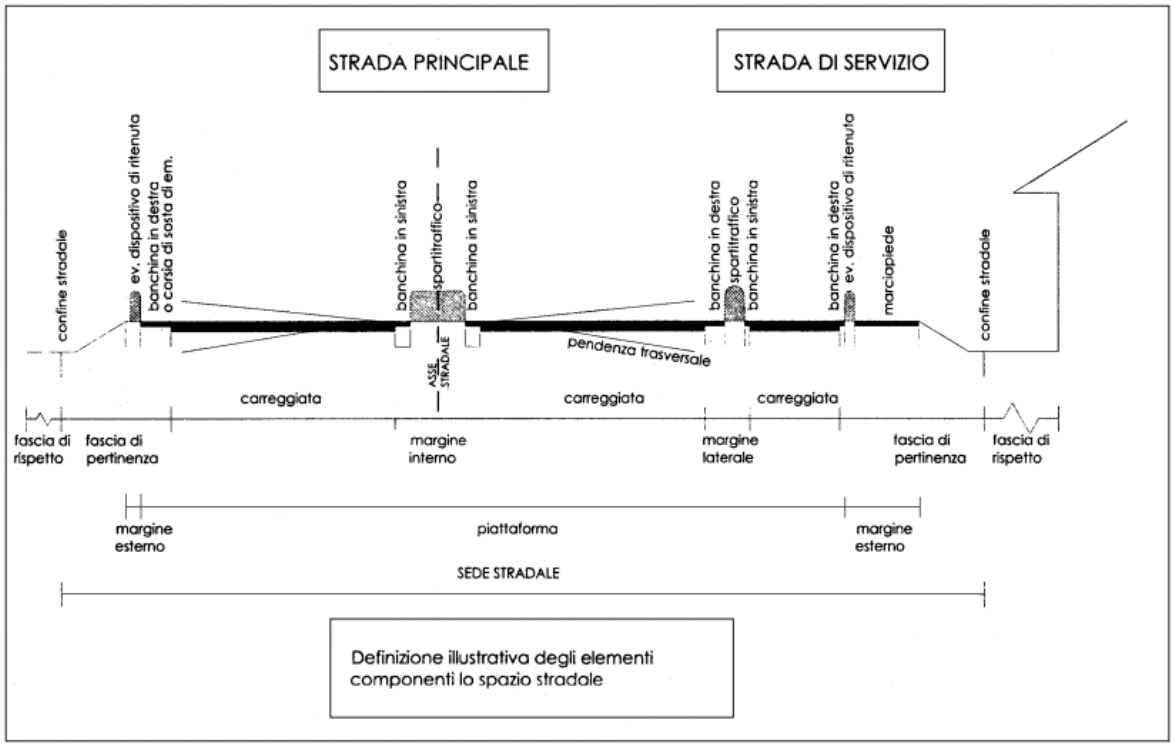


Figura 92.1 - Elementi costitutivi dello spazio stradale (D.M. 5 novembre 2001)

DISPOSITIVODI RITENUTA

Elemento tendente ad evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma o, comunque, a rid conseguenze dannose. È contenuto all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattafor

FASCIA DI PERTINENZA

Striscia di terreno compresa tra la carreggiata più esterna e il confine stradale. È parte della propriet e può essere utilizzata solo per la realizzazione di altre parti della strada.

FASCIA DI SOSTALATERALE

Parte della strada adiacente alla carreggiata, separata da questa mediante striscia di margine disc comprendente la fila degli stalli di sosta e la relativa corsia di manovra.

MARCIAPIEDE

Parte della strada, esterna alla carreggiata, rialzata o altrimenti delimitata e protetta, destinata ai pe

MARGINE INTERNO

Parte della piattaforma che separa carreggiate percorse in senso opposto.

MARGINE LATERALE

Parte della piattaforma che separa carreggiate percorse nello stesso senso.

MARGINE ESTERNO

Parte della sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, marciapiedi e gli elementi di sicurezza o di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti, sostegni, ecc.).

PARCHEGGIO

Area o infrastruttura posta fuori della carreggiata, destinata alla sosta regolamentata (o non) dei vei

PIATTAFORMA

Parte della sede stradale che comprende i seguenti elementi:
- una o più carreggiate complanari, di cui la corsia costituisce il modulo fondamentale;
- le banchine in destra e in sinistra;
- i margini (eventuali) interno e laterale (comprensivi delle banchine);
- le corsie riservate, le corsie specializzate, le fasce di sosta laterale e le piazzole di sosta o di f

mezzi pubblici (se esistenti).
Non rientra nella piattaforma il margine esterno.

SEDE STRADALE

Superficie compresa entro i confini stradali.

Gli spazi stradali associati alle diverse categorie di traffico sono individuati nella tabella 19.1, rela piattaforma corrente.

81.22 Caratteristiche geometriche

81.22.1 Larghezza delle corsie

La larghezza delle corsie è intesa come la distanza tra gli assi delle strisce che le delimitano. Le d indicate non riguardano le corsie impegnate dalle categorie di traffico numerate 7, 8, 9, 10 e 11 de 3.2.c del D.M. 5 novembre 2001, per le quali si fissa una larghezza minima di 3,50 m.
Le corsie riservate ai mezzi pubblici, o ad uso promiscuo con i mezzi privati, sono da ubicare v marciapiedi. Sulle strade a più carreggiate esse vanno collocate sulle carreggiate laterali.

81.22.2 Larghezza del margine interno e del margine laterale

La larghezza del margine è intesa come distanza tra gli assi delle strisce che delimitano due ca appartenenti alla strada principale (margine interno) o ad una strada principale e una di servizio laterale).

81.22.3 Larghezza del marciapiede

La larghezza del marciapiede va considerata al netto sia di strisce erbose o di alberature che di dis ritenuta. Tale larghezza non può essere inferiore a 1,50 m. Sul marciapiede possono, comunque collocazione alcuni servizi di modesto impegno, quali centralini semaforici, colonnine di chiam soccorso, idranti, pali e supporti per l'illuminazione e per la segnaletica verticale, nonché, eventu per cartelloni pubblicitari (questi ultimi da ubicare, comunque, in senso longitudinale alla strada).

In presenza di occupazioni di suolo pubblico localizzate e impegnative (edicole di giornali, telefoniche, cassonetti, ecc.) la larghezza minima del passaggio pedonale dovrà, comunque, es inferiore a 2 m.

81.22.4 Regolazione della sosta

Tale voce indica se la sosta è consentita, o meno, sulla piattaforma o in appositi spazi separati opportunamente con la strada principale, con disposizione degli stalli in senso longitudinale o tra rispetto la via.
Gli stalli devono essere delimitati con segnaletica orizzontale. La profondità della fascia stradale occupata è di 2 m per la sosta in longitudinale, di 4,80 m per la sosta inclinata a 45° e di 5 m perpendicolare al bordo della carreggiata. La larghezza del singolo stallo è di 2 m (eccezionalment m) per la sosta longitudinale, con una lunghezza occupata di 5 m; è di 2,30 m per la sosta trasvers
Le eventuali corsie di manovra a servizio delle fasce di sosta devono avere una larghezza, misur assi delle strisce che le delimitano, rispettivamente pari a 3,50 m per la sosta longitudinale e a sosta perpendicolare al bordo della carreggiata, con valori intermedi per la sosta inclinata.
Le dimensioni indicate sono da intendersi come spazi minimi, liberi da qualsiasi ostacolo, occorren sicurezza delle manovre.

Misti cementati per strati fondazione e di base

81.23 Generalità

Il misto cementato per lo strato di fondazione e per lo strato di base dovrà essere costituito da una aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento) e impianto centralizzato.
Tali strati dovranno avere spessore non inferiore a 10 cm e non superiore a 20 cm.

81.24 Materiali costituenti e loro qualificazione

81.24.1 Aggregati

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisc del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivel UNI n. 5) e dagli aggregati fini.
L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lap elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, e da elementi naturali vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 93.1.

Tabella 93.1 - Aggregato grosso

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30
Passante al setaccio 0,075	CNR 75/80	%	≤ 1

Contenuto di rocce reagenti con alcali del cemento	-	%	≤ 1

L'aggregato fine dovrà essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possied caratteristiche riassunte nella tabella 93.2.

Tabella 93.2 - Aggregato fine

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 30; ≤ 60
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25
Indice plastico	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.
Contenuto di:	-	-	-
- rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤1
- rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤1
- rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤1

Ai fini dell'accettazione da parte del direttore dei lavori, prima della posa in opera, l'impresa è predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti, rila un laboratorio ufficiale.

81.24.2 Cemento

Dovranno essere impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella UNI EN 197-1:
- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla legge n. 595/1965. Ai fini de accettazione, prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere controllati e certificati come previsto da 13 settembre 1993, n. 246 e dal D.M. 12 luglio 1993, n. 314.

81.24.3 Acqua

L'acqua per il confezionamento dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. In caso di dubbio sulla sua qualità, l'acqu testata secondo la norma UNI EN 1008.

81.24.4 Aggiunte

È ammesso, previa autorizzazione della direzione dei lavori, l'aggiunta di ceneri volanti conformi all UNI EN 450, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento.
La quantità in peso delle ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari cara meccaniche, dovrà essere stabilita con opportune prove di laboratorio, nella fase di studio delle m comunque, non potrà superare il 40% del peso del cemento.

81.24.5 Miscele

La miscela di aggregati (misto granulare) per il confezionamento del misto cementato dovr dimensioni non superiori a 40 mm e una composizione granulometrica contenuta nel fuso riporta tabella 93.3.

Tabella 93.3 - Miscele di aggregati per il confezionamento del misto cementato

Serie crivelli e setacci UNI	Autostrade e strade extraurbane principali	Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento	Urbane di quartiere. Extraurbane e urbane locali

		Passante [%]	
Crivello	40	100	100
	30	80-100	-
	25	72-90	65-100
	15	53-70	45 -78
	10	40-55	35-68
	5	28-40	23-53
Setaccio	2	18-30	14-40
	0,4	8-18	6-23
	0,18	6-14	2-15
	0,075	5-10	-

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti in sostituzione del cemento stesso, e il d'acqua della miscela, dovranno essere espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli costituenti il misto granulare di base.
Tali percentuali dovranno essere stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato nel lab ufficiale, secondo quanto previsto dalla Norma CNR-B.U. n. 29/1972. In particolare, la miscele adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella tabella 93.4.

Tabella 93.4 - Requisiti delle miscele

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/1972	$2,5 \leq R_c \leq 4,5$ N/mm^2
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana)	CNR 97/1984	$R_t \geq 0,25$ N/mm^2

Per particolari casi è facoltà della direzione dei lavori accettare valori di resistenza a compressione N/mm^2.
Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di deg gelo-disgelo, è facoltà della direzione dei lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti dell SN 640 59a.

81.25 Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare.
Una volta accettata da parte della direzione dei lavori la composizione delle miscele, l'impre rigorosamente attenersi ad essa.
Nella curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali di ±5 punti per l'ag grosso e di ±2 punti per l'aggregato fine.
In ogni caso, non devono essere superati i limiti del fuso.
Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di ± 0,5%.

81.26 Confezionamento delle miscele

Il misto cementato dovrà essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee cara mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte, e dovrà comunque garantire unif produzione.

81.26.1 Preparazione delle superfici di stesa

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente, dopo che sia stata acce direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza Prima della stesa dovrà verificarsi che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario provvedere alla sua bagnatura, evitando la formazione di superfici fangose.

81.27 Posa in opera delle miscele

La stesa dovrà essere eseguita impiegando macchine finitrici vibranti. Il tempo massimo tra l'intr
dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60
Le operazioni di compattazione dello strato dovranno essere realizzate preferibilmente con apparec
sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della m
dovrà, di norma, essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C, e mai sotto la pioggia.
Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino un
velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad un'adeguata protezione delle miscele sia
trasporto che durante la stesa.
Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due
garantire la continuità della struttura.
Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno
con fogli di polietilene o materiale similare.
Il giunto di ripresa dovrà essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e
la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della rip
stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere un
perfettamente verticale.
Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

81.28 Protezione superficiale dello strato finito

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, dovrà essere ap
velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 kg/m^2 (in relazione al tempo e
all'intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.
Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto c
dovrà essere protetto dal gelo.
Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno successivo a que
stata effettuata la stesa, e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate saranno consent
autorizzate dalla direzione dei lavori.

81.29 Controlli

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera dovrà essere effettuato media
di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della st
carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in sito*.
Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui
saranno effettuati, presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, i contro
percentuale di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato. I valori misurati in
controllo dovranno essere conformi a quelli previsti in progetto. Per la determinazione del cont
cemento si farà riferimento alla norma UNI EN 12350-7.
Lo spessore dello strato realizzato deve essere misurato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facen
delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartan
con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.
La densità *in situ*, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% della prova AASHTO
modificata CNR B.U. n. 69/1978, nel 98% delle misure effettuate.
La densità *in situ* sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimen
eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm
essere calcolata con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli el
pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la m
volumometro.
La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richies
elaborati di progetto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di po misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in proge
Il valore del modulo di deformazione E_{vd} (CNR B.U. n. 146/1992) al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 ore dalla compattazione, non dovrà inferiore a 150 MPa.
Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata se indicazioni della direzione dei lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire interessati.
La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm ve mezzo di un regolo di 4-4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.
La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla direzione dei lavori.

Tabella 93.5 - Strade urbane di quartiere e locali. Controllo dei materiali e verifica prestazional

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Ogni 2500 m^3 di stesa
Aggregato fine		
Acqua		Iniziale
Cemento		
Aggiunte		
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Ogni 5000 m^3 di stesa
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 5000 m^3 di stesa

Misti granulari per strati di fondazione

81.30 Generalità

Il misto granulare dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo im eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulomet migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.
Nella sovrastruttura stradale il misto granulare dovrà essere impiegato per la costruzione di fondazione e di base.

81.31 Materiali

81.31.1 Aggregati

Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI 5) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare.
L'aggregato grosso in generale deve avere dimensioni non superiori a 71 mm e deve essere cos elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica divers per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 94.1.

Tabella 94.1. Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base

Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 40	≤ 30
Micro Deval umida	CNR B.U.n. 109/85	%	-	≤ 25
Quantità di frantumato	-	%	-	≤ 60
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/71	mm	63	63
Sensibilità al gelo (se necessario)	CNR B.U. n. 80/80	%	≤ 30	≤ 20

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possied
caratteristiche riassunte nella tabella 94.2

Tabella 94.2 - Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 40	≥ 50
Indice plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 6	N.P.
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 35	≤ 25
Passante allo 0,075	CNR B.U. n. 75/80	%	≤ 6	≤ 6

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazion
aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasc
laboratorio ufficiale.

81.31.2 Miscele

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve possedere la com
granulometrica prevista dalla norma UNI EN 933-1.
L'indice di portanza CBR (UNI EN 13286-47) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguita sul
materiale passante al crivello UNI 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo d
pavimentazione e, in ogni caso, non minore di 30. È, inoltre, richiesto che tale condizione sia veri
un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.
Il modulo resiliente M_R della miscela impiegata deve essere uguale a quello progettuale d
pavimentazione (norma AASHTO T294).
Il modulo di deformazione M_d dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentaz
(CNR B.U. n. 146/1992).
Il modulo di reazione k dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (
B.U. n. 92/1983).
I diversi componenti (in particolare le sabbie), devono essere del tutto privi di materie organiche
alterabili e friabili.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 13286-47 – *Miscele non legate e legate con leganti idraulici. Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento* ;
UNI EN 933-1 – *Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati. Determinazione della distribuzione granulometrica. Analisi granulometrica per stacciatura* .

81.32 Accettazione del misto granulare

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio
lavorazioni, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del m
ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di comp
effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un la

ufficiale. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipame
energia AASHO modificata CNR B.U. n. 69/1978.
Una volta accettato da parte della direzione dei lavori lo studio delle miscele, l'impresa deve rigor
attenersi ad esso.

81.33 Confezionamento del misto granulare

L'impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree e i metodi di stoccag
provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e d
inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura d
che verrà impiegata.

81.34 Posa in opera del misto granulare

Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm
presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non presentare segregazio
componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della d
da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appo
equipaggiato.
Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria.
Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al
98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.
L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da e
mediante un dispositivo di spruzzatori.
A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite q
condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizza
Verificandosi comunque un eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dov
rimosso e ricostituito a cura e spese dell'impresa.
Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.
Per il costipamento e la rifinitura dovranno impiegarsi rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semove
L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla direz
lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.
Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95%
della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata CNR B.U. n. 69/1978, con esclusione della
sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHO T 180-57 metodo D).
In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese, dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiung
valore prescritto, non esclusi la rimozione e il rifacimento dello strato.
La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mez
regolo di 4-4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà es
prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presen
saltuariamente. In caso contrario, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungime
spessore prescritto.
Nel caso in cui non sia possibile eseguire immediatamente la realizzazione della pavimentazion
essere applicata una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superi
strato di pavimentazione.

81.35 Controlli

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato media
di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato all'impianto al momento della stesa, oltreché con
prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabel

Tabella 94.3 - Controllo dei materiali e verifica prestazionale

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Aggregato fine		
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1000 m² di stesa
Sagoma		Ogni 20 m o ogni 5 m
Strato finito (densità in situ)		Giornaliera oppure ogni 1000 m² di stesa
Strato finito (portanza)	Strato finito o pavimentazione	Ogni 000 m² di fascia stesa

81.35.1 Materiali

Le caratteristiche di accettazione dei materiali dovranno essere verificate prima dell'inizio dei lav qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali.

81.35.2 Miscele

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando *in situ* il materiale miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle fornitu curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali di ±5 punti per l'aggregato di ±2 punti per l'aggregato fine. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato L'equivalente in sabbia dell'aggregato fine va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

81.35.3 Costipamento

A compattazione ultimata, la densità del secco, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (γ_{max}) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'ini dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la Norma CNR B.U. n. 22/1972. Per valori di densità inferiori a quelli previsti viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il riferisce:

- del 10% dell'importo dello strato, per densità comprese tra il 95 e il 98% del valore di riferimento;
- del 20% dell'importo dello strato, per densità comprese tra il 93 e il 95% del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità in situ e i valori ottenuti in laboratorio può essere effettuato direttamen quando la granulometria della miscela in opera è priva di elementi trattenuti dal crivello UNI 25 mm.

81.35.4 Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richies elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documen presentata dall'impresa.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di po misto granulare su ciascun tronco omogeneo non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto

81.35.5 Sagoma

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di prog superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due ortogonali.

La verifica delle quote di progetto dovrà eseguirsi con procedimento topografico, prevedendo longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 m nei tratti a c costante e non superiore a 5 m nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasver stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota dovrà verificarsi la sagoma trasversale, prevedend due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore medio dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, p differenza si presenti solo saltuariamente.

Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato di base

81.36 Generalità

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

81.37 Materiali costituenti e loro qualificazione

81.37.1 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido ed, eventualmente, da quello proven conglomerato riciclato additivato con attivanti chimici funzionali).

A seconda della temperatura media della zona di impiego, il bitume deve essere del tipo 50/7 80/100, con le caratteristiche indicate nella tabella 95.1, con preferenza per il 50/70 per le temp elevate.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazio prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal p o da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Tabella 95.1 - Caratteristiche del bitume

Bitume			Tipo	
Parametro	Normativa	Unità di misura	50/70	80/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426, CNR B.U. 24/1971	n. dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427, CNR B.U. 35/1973	n. °C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	CNR B.U. n. 43 /1974	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità in Tricloroetilene	CNR B.U. n. 48/1975	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, 10s[1]	PrEN 13072-2	Pa·s	≤ 0,3	≤ 0,2
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Volatilità	CNR B.U. n. 54/1977	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426, CNR B.U. 24/71	n. %	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427, CNR B.U. 35/73	n. °C	≤ 9	≤ 9

81.37.2 Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consent migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato, sono utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a secon condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo, anche se a temperatura elevata (180°C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idon garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza e il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

81.37.3 Aggregati

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lap elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali

vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 95.2 al variare del tipo di strada.

Tabella 95.2 - Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles[1]	UNI EN 1097-2	%	≤40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida[1]	UNI EN 1097-1	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR B.U. n. 80/1980	%	≤ 30	≤□30	≤□30
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	≤ 5	≤ □5	0
Passante allo 0,075	CNR B.U. n. 75/1980	%	≤2	≤□2	≤□2
Indice appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	%	-	≤ 35	≤30
Porosità	CNR B.U. n. 65/1978	%	-	≤□1,5	≤1,5
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	%	-	-	≥40

[1] Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

Nello strato di usura, la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura
o porfirica, con CLA ≥ 43, pari almeno al 30% del totale.
In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulca
artificiali (argilla espansa resistente o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata
superficiale (CLA ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% d
ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di in
volume compresa tra il 25% e il 35% degli inerti che compongono la miscela.
L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione. A seconda del tipo
gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratte
riassunte nella tabella 95.3.

Tabella 95.3 - Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 40	≥ 50	≥□60
Indice plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-	-
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25	-	-
Passante allo 0,075	CNR B.U. n. 75/1980	%	-	≤ 3	≤ 3
Quantità di frantumato	CNR B.U. n. 109/1985	%	-	≥□40	≥□50

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura, il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare
qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≥ 42.
Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella 95.

Tabella 95.4 - Aggregato fine. Tutte le strade

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	≤ 5		
Passante allo 0,18	CNR B.U. n. 23/1971	%	100		

Passante allo 0,075	CNR B.U. n. 75/1980	%	≥□80
Indice plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	N.P.
Vuoti Rigden	CNR B.U. n. 123/1988	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitumen = 1,5	CNR B.U. n. 122/1988	ΔPA	≥□5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazion aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasc laboratorio ufficiale, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.
Per *conglomerato riciclato* deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente d frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, opp fresatura *in situ* eseguita con macchine idonee (preferibilmente a freddo).
Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono comprese nei limiti di seguito specificati:
- conglomerato per strato di base: ≤ 30%;
- conglomerato per strato di collegamento: ≤ 25%;
- conglomerato per tappeto di usura: ≤ 20%.

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder m proveniente da vecchi strati di collegamento e usura; per il tappeto materiale provenienti solo d strato.
La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello preliminare della miscela che l'impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei lavori prima dell'in lavori.

81.37.4 Miscele

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i dive deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella tabella 95.5.
La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferi degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella tabella 95.5.

Tabella 95.5 - Percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomer riciclare), riferita al peso degli aggregati

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80-100	-	-	-	-
Crivello	25	70-95	100	100	-	-
Crivello	15	45-70	65-85	90-100	100	-
Crivello	10	35-60	55-75	70-90	70-90	100
Crivello	5	25-50	35-55	40-55	40-60	45-65
Setaccio	2	20-35	25-38	25-38	25-38	28- 45
Setaccio	0,4	6-20	10-20	11-20	11-20	13-25
Setaccio	0,18	4-14	5-15	8-15	8-15	8-15
Setaccio	0,075	4-8	4-8	6-10	6-10	6-10
% di bitume		4,0-5,0	4,5-5,5	4,8-5,8	5,0-6, 0	5,2-6,2

Per i tappeti di usura, il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori e il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio del con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.
Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura sono riportate nelle ta e 95.7.

Tabella 95.6 - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura. volumetrico

Metodo volumetrico	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	mm	150		
Risultati richiesti	-	-	-	-
Vuoti a 10 rotazioni	%	10-14	10-14	10-14
Vuoti a 100 rotazioni[1]	%	3-5	3-5	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C[2]	N/mm²	-	-	0,6-0,9
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C[2][14]	N/mm²	-	-	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25

[1] La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria verrà indicata nel seguito con Dc.
[2] Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria.

Tabella 95.7 - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura. Marshall

Metodo Marshall	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi per faccia			
Risultati richiesti	-	-	-	-
Stabilità Marshall	kN	8	10	11
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5
Vuoti residui[1]	%	4-7	4-6	3-6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	N/mm²	-	-	0,7-1
Coefficiente di trazione indiretta 25°C	N/mm²	-	-	> 70

[1] La densità Marshall viene indicata nel seguito con Dm.

81.37.4.1 Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizi lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende a Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione de effettuati.
Una volta accettata da parte della direzione dei lavori la composizione della miscela proposta, l'imp attenervisi rigorosamente.
Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato gros per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder e usura. Sono ammessi scostamenti dell'aggr (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in ± 2; scostamenti del passante allo setaccio UNI 0,075 mm contenuti in ± 1,5.
Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25.

[14] Coefficiente di trazione indiretta: 2 DRt/Dc
Dove
D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino
Dc = deformazione a rottura
Rt = resistenza a trazione indiretta.

81.37.4.2 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di caratteristich mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
L'impianto deve, comunque, garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.
Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

81.37.4.3 Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso, è necessario preparare la supe stesa, allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali. A seconda che lo strato di sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà rispettivamente il nome di *mano di ancoraggio* e *mano d'attacco*.
Per *mano di ancoraggio* si intende un'emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte supe fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglo bituminoso.
Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica applicat dosaggio di bitume residuo pari ad almeno 1 kg/m^2, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 95.8.

Tabella 95.8 - Caratteristiche dell'emulsione bituminosa (mano d'ancoraggio)

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984	-	positiva
Contenuto di acqua [%] peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	55±2
Flussante [%]	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-6
Viscosità Engler a 20°C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25°C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	180-200
Punto di rammollimento	UNI EN 1427, CNR B.U. n. 35/73	°C	30±5

Per *mano d'attacco* si intende un'emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realiz di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi, aumentando l'a all'interfaccia.
Le caratteristiche e il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione ri costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.
Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da un'emulsione bitu cationica (al 60% oppure al 65% di legante), dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,3 kg/m^2, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 95.9.

Tabella 95.9 - Caratteristiche dell'emulsione bituminosa (mano d'attacco)

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984	-	positiva	positiva
Contenuto di acqua [%] peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	60±2	65±2
Flussante [%]	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20°C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	5-10	15-20

Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso	-	-	-	-
Penetrazione a 25°C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	< 100	< 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427, CNR B.U. n. 35/73	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente, deve utilizzarsi un'e
bituminosa modificata dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m², avente
caratteristiche riportate nella tabella 95.10.
Prima della stesa della mano d'attacco, l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provv
sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigilla

Tabella 95.10 - Caratteristiche dell'emulsione bituminosa

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984	-	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	70±1
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	0
Viscosità Engler a 20°C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25°C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 65

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è
l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un mass
55% di bitume residuo), a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residu
prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella tabella 95.10.
Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è t
predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati, e a
copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo (metodologia riportata in allegato B) rilasciato
dal produttore.

81.37.4.4 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in
stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.
Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgran
fessurazioni, ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, preferibilmente
mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con en
bituminosa cationica, per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato, si deve procedere al taglio verticale con idonea attr
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo
asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in
che essi risultino sfalsati fra di loro di almeno 20 cm, e non cadano mai in corrispondenza delle d
della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente
finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.
La stesa dei conglomerati deve essere sospesa qualora le condizioni meteorologiche generali
pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente
spese dell'impresa.
La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a term
interruzioni.
L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.
Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibr
combinati, di peso idoneo e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiu
delle massime densità ottenibili.
La compattazione dovrà avvenire garantendo uniforme addensamento in ogni punto, in modo d
fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità e di ond
Un'asta rettilinea lunga 4 m, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strat
aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.
La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla direzione d
rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato dev
rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione
precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio
sovrapposizione degli strati deve essere realizzata nel più breve tempo possibile. Qualora la sec
non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati, deve essere interposta una mano di
emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m² di bitume residuo.
La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato s
dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti
sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

81.38 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere e
mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratt
pavimentazione e con prove in situ.
Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni, uno dei quali viene utilizzato per i controlli
laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. L'altro campione, invece, resta a disp
per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.
Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.
Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e
di attivante d'adesione; devono, inoltre, essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante
giratoria.
I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura dia
25°C (brasiliana).
In mancanza della pressa giratoria, devono essere effettuate prove Marshall:
- peso di volume (CNR B.U. n. 40/1973);
- stabilità e rigidezza (CNR B.U. n. 40/1973);
- percentuale dei vuoti residui (CNR B.U. n. 39/1973);
- resistenza alla trazione indiretta (prova brasiliana, CNR B.U. n. 134/1991).
Dopo la stesa, la direzione dei lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristi
calcestruzzo e la verifica degli spessori.
Sulle carote devono essere determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo
facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) e scartando i valori con spessore in eccesso
5% rispetto a quello di progetto.
Per il tappeto di usura dovrà, inoltre, essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) c
tester, secondo la norma CNR B.U. n. 105/1985

Barriere stradali di sicurezza

81.39 Barriere di sicurezza in acciaio

81.39.1 Generalità

Si definiscono *barriere stradali di sicurezza* i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento de veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di s possibili.

Non possono essere aperte al traffico le strade per le quali non siano state realizzate le protezioni p progetto approvato.

Per le caratteristiche tecniche di accettazione e collocazione delle barriere stradali di sicurezza si riferimento alle prescrizioni progettuali e alle seguente norme:

C.M. 11 luglio 1987, n. 2337 – *Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;*

D.M. 4 maggio 1990 – *Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali;*

C.M. 25 febbraio 1991, n. 34233 – *Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Art. 1, D.M. 4 maggio 1990. Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali;*

D.M. 18 febbraio 1992, n. 223 – *Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;*

C.M. 9 giugno 1995, n. 2595 – *Barriere stradali di sicurezza. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223;*

C.ANAS 26 luglio 1996, n. 749/1996 – *Fornitura e posa di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;*

D.M. 15 ottobre 1996 – *Aggiornamento del D.M. 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;*

C.M. 16 maggio 1996, n. 2357 – *Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;*

C.M. 15 ottobre 1996. n. 4622 – *Istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza;*

D.M. LL.PP. 15 ottobre 1996 – *Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;*

Circ. Ente Nazionale per le strade Prot. 05 dicembre 1997, n. 17600 – *Progettazione, omologazione e impiego delle barriere stradali di sicurezza;*

D.M. 3 giugno 1998 – *Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione;*

D.M. LL.PP. 11 giugno 1999 – *Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";*

C.M. 6 aprile 2000 – *Art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successive modificazioni: Aggiornamento della circolare recante l'elenco degli istituti autorizzati alle prove di impatto al vero ai fini dell'omologazione;*

Det. 24 maggio 2001, n. 43 – *Appalti per opere protettive di sicurezza stradale (barriere stradali di sicurezza);*

D.M. 5 novembre 2001 – *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;*

C.M. 4 luglio 2002, n. 1173 – *Comunicazione dell'avvenuta omologazione di tre barriere stradali di sicurezza per la classe H4, destinazione "spartitraffico" ai sensi dell'art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223;*

D.M. 14 settembre 2005 – *Norme tecniche per le costruzioni* ;

D.M. 14 gennaio 2008 – *Nuove norme tecniche per le costruzioni.*

NORME UNI

UNI EN 1317-1 *Barriere di sicurezza stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;*
UNI EN 1317-2 *Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza;*
UNI EN 1317-3 *Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto* ;
UNI ENV 1317-4 *Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza* ;
UNI EN 1317-5 *Barriere di sicurezza stradali. Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli.*

81.39.2 Conformità delle barriere e dei dispositivi

Ai fini della produzione e accettazione delle barriere di sicurezza e altri dispositivi, i materiali con
devono avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omolo
supporti, inoltre, devono essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e rip
certificato di omologazione.
Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o in stabilimento, sia del tipo co
opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichia
conformità di produzione che, nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguard
singolo componente strutturale.
Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla ditta produttrice e sottoscritta dal suo direttore
garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al certificato di omologazione. L'attrezzatu
in opera, inoltre, dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazion
numero progressivo).
Dovrà, inoltre, essere resa una dichiarazione di conformità di installazione, nella quale il direttore
dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descri
certificato di omologazione.
Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni prev
normativa vigente in termini di controllo di qualità e altro.

81.39.3 Criteri di installazione

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante l'installazione di barriere, so
previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 3 giugno 1998.
Al fine di elevare il livello di servizio delle strade e autostrade statali e la qualità delle pertinenze s
garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare le p
delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere s
sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni relative istruzioni
aggiornamenti.
Il livello di contenimento e l'indice di severità dell'accelerazione previsti per verificare l'efficienza e
la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 3 giugno 1998), dovrà essere comprovato,
delle omologazione ufficiali pronunciate dal succitato decreto, con certificazioni di prove d'impatto
(crash-test) eseguite presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.
Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 3 giugno
successive modifiche e integrazioni.
Nel caso di barriere stradali di sicurezza da istallare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sov
sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare, oltre alle disposizioni tecniche sop
anche le norme previste dal D.M. 14 gennaio 2008.

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, muri di sostegno, ecc. installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti.
Le barriere e i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da prese deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.
Devono, inoltre, assicurare il contenimento dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuc dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.
Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecnich dal D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche e integrazioni, e a norma delle disposizioni e is sopraelencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà, tra l'altro, le caratteristiche sp costruttive, la loro tipologia strutturale e i materiali da impiegare nel rispetto delle norme tecniche v
La direzione dei lavori potrà ordinare tutti gli accorgimenti esecutivi per assicurare un'adeguata coll dei sostegni in terreni di scarsa consistenza, prevedendone anche l'infittimento locale.
In casi speciali, con l'autorizzazione scritta della direzione dei lavori, i sostegni potranno essere an terreno per mezzo di un idoneo basamento in calcestruzzo.
Le strutture da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una o due file di barriere anc sostegni.
Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avve adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce.
Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce, dovrà essere eseguita l'installa dispositivi rifrangenti del tipo omologato, aventi area non inferiore a 50 cm^2, disposti in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

81.39.3.1 Individuazione delle zone da proteggere

La protezione deve riguardare almeno:
- i bordi di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal p campagna. La protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale stre corrispondente all'opera, sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veic carreggiata;
– lo spartitraffico (ove presente);
– il bordo stradale nelle sezioni in rilevato. La protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la nec protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo co situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere o simili);
– gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, qu ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e sup segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc., e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportar per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc. Occorre prote suddetti ostacoli e oggetti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione, e si t una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza.
Tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri:
- velocità di progetto;
- volume di traffico;
- raggio di curvatura dell'asse stradale;
- pendenza della scarpata;
- pericolosità dell'ostacolo.

I valori indicativi per la distanza di sicurezza sono i seguenti:
- 3 m per strada in rettifilo a livello di piano di campagna (V = 70 km/h, TGM 1000);
- 10 m per strada in rettifilo e in rilevato con pendenza pari ad 1/4 (V= 110 km/h, TGM 6000).

81.39.4 Caratteristiche costruttive

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale r
con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.
Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni, in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una al
inferiore a 70 cm dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore
dalla faccia del sostegno lato strada.
Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi spessore minimo di 3 mm, profilo a doppia onc
effettiva non inferiore a 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm e modulo di resistenza non infe
cm^3.
Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a 32 cm.
I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C, di dimensioni non in
80 mm · 120 mm · 80 mm, aventi spessore non inferiore a 6 mm, lunghezza non inferiore a 1,6
barriere centrali e a 1,95 m per quelle laterali.
I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non mino
m per le barriere centrali e di 1,20 m per le barriere laterali, e posti ad un intervallo non superiore a
La direzione dei lavori potrà ordinare una maggiore profondità o altri accorgimenti esecutivi per as
un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza,così come potrà variare l'inte
sostegni.
In casi speciali, quali zone rocciose o altro, previa approvazione della direzione dei lavori, i s
potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo, avente almeno un R_{ck} = 25 N/mm^2
e delle dimensioni fissate dal progetto.
Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere otte
sovrapposizione di due nastri per non meno di 32 cm, effettuata in modo tale che, nel senso di
veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.
Il collegamento delle fasce tra loro e i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metalli
assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua, e i sistemi di
(bulloni e piastrine copriasola) devono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa v
lo sfilamento delle fasce.
I distanziatori avranno altezza di 30 cm, profondità non inferiore a 15 cm e spessore minimo di 2,5
l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del tipo europeo.
I sistemi di attacco saranno costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina c
antisfilamento di dimensioni 45 mm · l00 mm e di spessore 4 mm.
Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a
zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m^2 per ciascuna faccia, e nel rispetto della
normativa UNI 5744/66.
I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni devono consentire la ripresa dell'allineamento sia
posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o me
un movimento orizzontale di più o meno 1 cm.
Le fasce e i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire l'installazione delle barriere lur
di raggio non inferiore a 50 m, senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.
Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale
analogo a quello usato per le fasce.
Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere
avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.
Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avve
adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che
essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla direzione dei lavori.
A tal proposito, si fa presente che potrà essere richiesta dalla direzione dei lavori anche una
sistemazione (interramento delle testate).

Le sopraccitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazion
prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fiss
Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi latera
pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adotta
diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di m
resistenza.
Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce, dovrà essere eseguita l'installa
dispositivi rifrangenti, i quali avranno un'area non inferiore a 50 cm², in modo che le loro superfici risultino
pressoché normali all'asse stradale.

81.39.4.1 Caratteristiche di resistenza agli urti

Le barriere, nel caso di nuovo impianto, o comunque di significativi interventi, dovranno
caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. 11 giugno 1999 e dal D.M. 3 giu
(tabella A) per il tipo di strada, di traffico e di ubicazione della barriera stessa.
Le caratteristiche predette saranno verificate dalla direzione dei lavori sulla base dei certifi
omologazione esibiti dall'appaltatore e ottenuti in base ai disposti del D.M. 11 giugno 1999 e de
giugno 1998, ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa, l'a
dovrà fornire alla direzione dei lavori un'idonea documentazione dalla quale risulti che ognuna
strutture da impiegare nel lavoro ha superato con esito positivo le prove dal vero (crash test)
secondo le procedure fissate dai citati decreti ministeriali. Le prove dovranno essere state effettua
campi prove autorizzati, come da C.M. 6 aprile 2000.
La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla direzione dei lavori all'atto della cons
lavori.
I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito prefissati.
I materiali metallici in genere saranno esenti da scorie, soffiature e qualsiasi altro difetto. Gli ac
cemento armato, cemento armato precompresso e carpenteria metallica dovranno soddisfare i
stabiliti dalle norme tecniche vigenti (D.M. 14 gennaio 2008). Tutti gli elementi metallici costit
barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a S235JR, secondo la norma UNI EN 10025 (varie
parti). La bulloneria deve essere conforme alla norma UNI 3740 (varie parti). Il tutto deve essere zincato a
caldo, nel rispetto della norma UNI EN ISO 1461.
Nel caso di forniture di barriere di sicurezza, corredate da certificazioni di prove dal vero, la clas
bulloneria e le caratteristiche dimensionali di tutti i singoli componenti saranno quelle indicate nei
allegati ai certificati medesimi.
Le barriere metalliche dovranno avere i seguenti requisiti:
- acciaio impiegato: le qualità da utilizzare dovranno essere conformi a quelle previste dai cert
omologazione o dai rapporti di prove di urto al vero, sia per quanto riguarda le caratteristiche mecc
per quanto riguarda quelle chimiche. L'acciaio dovrà, inoltre, essere zincabile;
- tolleranze di spessore: le tolleranze di spessore ammesse sono quelle previste dalla norma UNI EN 10051;
- collaudi e documenti tecnici: la qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi pr
da enti o laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tutte le barriere dovranno
identificabili con il nome del produttore.
Se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, nel tipo e n
progressivo.

81.39.4.2 Barriere di sicurezza a doppia onda

La barriera è costituita da una serie di sostegni in profilato metallico, da una o più fasce oriz
metalliche sagomate a doppia onda, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori o
ripartizione.
Le fasce sono costituite da nastri metallici di lunghezza compresa tra i 3 e i 4 m, muniti, all'estrem
serie di nove fori, per assicurare l'unione al nastro successivo e al sostegno, aventi spessore mi

mm, altezza effettiva di 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm e modulo di resistenza non inf
cm³. Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ott
sovrapposizione di due nastri per 32 cm, eseguita in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la
precede sia sovrapposta a quella che segue.
I montanti metallici dovranno avere caratteristiche dimensionali e forme indicate nelle relative certi
I sostegni verticali potranno essere collegati, nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma ruota
in profilo presso-piegato di idonee sezioni e di conveniente spessore, secondo i vari modelli di
certificate.
I distanziatori saranno interposti tra le fasce e i montanti, prevedendone il collegamento tramite bul
Tali sistemi di unione sono costituiti da bulloneria a testa tonda e piastrina copriasola antisfilamento
I sistemi di unione delle fasce ai sostegni devono consentire la ripresa dell'allineamento sia durant
in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti verticali e orizzont
tratto sarà completato con i relativi terminali, opportunamente sagomati, in materiale del tutto
quello usato per le fasce.

81.39.5 Installazione

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto ana
barriere avanti descritte, e, cioè, da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da un
orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare
posto ad altezza non inferiore a 1 m dal piano della pavimentazione finita.
I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade so
ecc.) dovranno rispondere alle norme previste del D.M. 14 gennaio 2008.
I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene agli acciai laminati a caldo, con r
rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008.
I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio, in un solo pezzo opportunamente sagomato,
avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste
sostegni delle barriere. I sostegni saranno di norma alloggiati, per la profondità occorrente, in appos
ancoraggio predisposti, o da predisporre da parte della stessa impresa, sulle opere d'arte, e fissati c
adeguata malta, secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della direzione dei lavori.
dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla direzione de
altrettanto dicasi per il ripristino delle superfici manomesse.
La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa
quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferior
Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiori a 45 mm e dallo spess
inferiore a 2,4 mm, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.
Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe
assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.
I quantitativi minimi di zinco saranno di 300 grammi per metro quadrato e per ciascuna faccia.
controlli saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM A 90/53 e UNI 5744/66
Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegn
essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm²,
che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

81.39.6 Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere

Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle carat
prestazionali sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M.
1998 e successive modifiche e integrazioni), dovranno essere eseguite, come previsto dalle ci
Ministero dei Lavori Pubblici del 15 ottobre 1996 e del 6 aprile 2000, presso i sottoelencati
autorizzati:

- il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni – Centro rilevamento dati sui materiali Romano della Società Autostrade s.p.a.;
- il Laboratorio L. I. E. R., Laboratorie dessais Equipments de la Route, con sede in D29 Route de Crèmiieu, B.P. 352 69125, Lyon Satolas Aeroport – Francia;
- TUV Bayern Sachsen E.V. – Institut fur Fahrzeugtechnik GmbH, con sede in Daimlerstrasse, 11 D- Garching (Repubblica Federale Tedesca).

81.40 Barriere di sicurezza in metallo-legno

81.40.1 Legno lamellare-acciaio

La barriera di sicurezza in metallo-legno lamellare potrà essere costituita da:
- fascia di protezione realizzata con travi in legno lamellare di conifera, piallate su tutte le facce, smussati, ciascuna assemblata ad un nastro in acciaio. Per conferire continuità strutturale in longitudinale alla fascia, i nastri metallici sono collegati nel senso della lunghezza attraverso un realizzato mediante una piastra di continuità in acciaio;
- montanti in acciaio, ricoperti (per la parte fuori terra) da elementi in legno lamellare appositament fino a rivestire interamente il montante sui lati e in sommità. Tale rivestimento è sagomato in so limitare ogni infiltrazione di acqua nel legno, favorendo il deflusso delle acque piovane;
- elementi terminali costituiti dagli stessi materiali delle fasce, ma opportunamente lavorati per c un'idonea chiusura del tratto di barriera, sia dal punto di vista estetico che dal punto di vista funzion

81.40.2 Legno -acciaio

La barriera di sicurezza in metallo-legno potrà essere costituita da:
- piantone in tondo di legno, con anima in acciaio zincato a sezione C;
- listone orizzontale in tondo di legno, anch'esso con anima in acciaio composta da profilato ad U di dell'interasse dei piantoni;
- ciascun montante dovrà essere rivestito in tutti i suoi lati con una copertura integrale opportu lavorata in legno ……;
- i listoni orizzontali vanno posizionati con il bordo superiore a 80 cm dalla sede stradale. L'unione t elementi dovrà essere assicurata da piastre in acciaio zincato, ognuna delle quali appositamente b due piastrine in acciaio zincato;
- aggiunta di corrimano pedonale, con funzione esclusiva di parapetto pedonale, posizionato con superiore a 110 cm dalla sede stradale, realizzato in tondo di legno ……. dipendente dall'intera piantoni.

Il corrimano dovrà essere ancorato con speciali staffe in acciaio verniciato, fissate direttamente sul in acciaio della barriera stradale.
Tutto il legno dovrà essere trattato in autoclave con prodotti idonei alla lunga conservazione del ma

Opere d'arte stradali

81.41 Caditoie stradali

81.41.1 Generalità

Per *caditoie stradali* si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti cunette stradali o ai bordi di superfici scolanti opportunamente sagomate.
Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricat di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto *griglia* o *coperchio*, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla c di fognatura.
La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali t
- a griglia;

- a bocca di lupo;
- a griglia e bocca di lupo;
- a fessura.

Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi de verso l'esterno (caditoia sifonata).

Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5.1 della norma UNI EN 124 *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità*, che classifica i dispositivi di chiusura e di coronomamento nei segue gruppi in base al luogo di impiego:

- gruppo 1 (classe A 15), per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni;
- gruppo 2 (classe B 125), per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano;
- gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili, cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo
- gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veic
- gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti;
- gruppo 6 (classe F 900), per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

81.41.2 Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali interca prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, e spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescriz norma UNI EN 124.

Potranno essere realizzati, mediante associazione dei pezzi idonei, pozzetti con o senza sifone e c dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovv elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere m uguale a 45 cm · 45 cm e di 45 cm · 60 cm per i pozzetti sifonati. Il tubo di scarico deve avere u interno minimo di 150 mm.

I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, sche altri difetti. L'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indic direzione dei lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in cal dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per mc di impasto. La superficie superiore del sottofondo dovrà esser perfettamente orizzontale e a una quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del r rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati c cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ulti curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dov posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufat manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicc primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

81.41.3 Materiali

Il punto 6.1.1 della norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e d
coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:
- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti in acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso, previa adeguata protezione contro la corrosione.
protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito, tramite accordo fra direzione dei
appaltatore.

La citata norma UNI EN 124 prevede, per la fabbricazione delle griglie, i seguenti materiali:
- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, s
consenso della direzione dei lavori.

I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della norma UNI EN 124
Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato, per le classi comprese tra B 125 e F
calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni (secondo DIN 1048-1) pari ad
almeno 45 N/mm² – nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo – e pari a 40 N/mm² nel caso di
provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza. Per la classe A 15 la resis
compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm².

Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm
lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lam
sferoidale.

Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per
un'adeguata resistenza all'abrasione.

81.41.4 Marcatura

Secondo il punto 9 della norma UNI EN 124, tutti i coperchi, le griglie e i telai devono riportare una
marcatura leggibile, durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:
- la norma UNI;
- la classe o le classi corrispondenti;
- il nome e/o la sigla del produttore;
- il marchio dell'eventuale ente di certificazione;
- eventuali indicazioni previste dalla lettera e) del citato punto 9 della norma UNI EN 124;
- eventuali indicazioni previste dalla lettera f) del citato punto 9 della norma UNI EN 124.

81.41.5 Caratteristiche costruttive

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano compromette
I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.
Nel caso in cui i dispositivi di chiusura presentino aperture d'aerazione, la superficie minima d'ae
dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della norma UNI EN 124

81.41.5.1 Aperture di aerazione

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni in linea con il tipo di c
impiego.

81.41.5.2 Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di a
cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

81.41.5.3 Profondità di incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di p
minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità di incastro di almeno 50 mm. Tale prescr
è richiesta per i dispositivi il cui coperchio (o griglia) è adeguatamente fissato, per mezzo di un ch
per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

81.41.5.4 Sedi

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata, in modo
consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti, rotazioni ed emissione
A tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per p
tali inconvenienti.

81.41.5.5 Protezione spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo a
classe compresa tra A 15 e D 400, devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in ac
spessore previsto dal prospetto III della norma UNI EN 124.
La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chius
classi comprese tra E 600 e F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

81.41.5.6 Fessure

Le fessure, per le classi comprese tra A 15e B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del pr
della norma UNI EN 124, e al prospetto V della citata norma per le classi comprese tra C 250 e F 900.

81.41.5.7 Cestelli e secchi scorificatori

Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, co
pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiat
appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere c
sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.
Nel caso di riempimento del cestello, dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

81.41.5.8 Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi comprese tra D 400 e F 900 dovr
piana, con tolleranza dell'1%.
Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in r
risultare non sdrucciolevoli e libere da acque superficiali.

81.41.5.9 Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

81.41.5.10 Dispositivi di chiusura e di coronamento

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento
per i pozzetti da cunetta, e i coperchi, per quelli da marciapiede.
Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia r
una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dov
convenientemente pulita e bagnata. Verrà, quindi, steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo
di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.
La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto pian
pavimentazione stradale.
Lo spessore della malta che si rendesse a tal fine necessario, non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm
occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione de
all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425, per m
confezionato con inerti di idonea granulometria e opportunamente armato, ovvero all'impiego di
appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere ins
il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.
Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quad
dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà, quindi, alla stesura
strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.
I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano
24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione alt
devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da rec
presa avvenuta.
Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dov
posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

81.42 Camerette d'ispezione

81.42.1 Ubicazione

Le camerette di ispezione devono essere localizzate come previsto dal progetto esecutivo, e, in
corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza. In particolare,
essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

81.42.2 Caratteristiche costruttive

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici e a perfetta tenuta idraulica. In pr
falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei poz
I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non infer
cm. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro
di 60 cm.

81.42.3 Dispositivi di chiusura e di coronamento

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescr
norma UNI EN 124.
Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperch
dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.
La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.
I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati di chiusini provvisti di fori d'aerazione
ventilati).

81.42.3.1 Gradini d'accesso

Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale ri
camino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, re

ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono
opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare, le parti
nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di
per una profondità di almeno 35 mm.
Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice), questi devono essere conformi alle norme DIN 19555
avere diametro minimo di 20 mm, e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa r
un carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di app
piede deve avere caratteristiche antiscivolo.
Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle
norme:
- tipo corto DIN 1211 B;
- tipo medio DIN 1211 A;
- tipo lungo DIN 1212.
In tutti i casi, i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a
Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani interme
dislivello non deve superare i 4 m.

81.43 Pozzetti prefabbricati

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in cemento armato, PVC, PEAD, ecc.
Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le
un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto il chiusi
l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), e da una serie di elementi intermedi,
altezza, che collegano la base alla sommità.
Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali pl
elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste p
prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrapressioni interne (in
riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cement
caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con masti
resistenti alla corrosione.
Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma DIN 4034.

81.44 Pozzetti realizzati in opera

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o ar
Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi.
devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di p
dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.
Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 k
di impasto per il fondo e a 300 kg per i muri perimetrali. Per le solette si impiegherà, invece, cemen
tipo CEM II R. 425, nel tenore di 300 kg. In entrambi i casi, sarà opportuno impiegare nel confezionamento
additivi idrofughi.
La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressi
essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico. In presenza d
mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impe
liscio, e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del
devono essere arrotondati.
I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di
meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.
L'eventuale soletta in cemento armato di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno
minimo di 20 cm e un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m, e opportunamente rin
corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

81.45 Collegamento del pozzetto alla rete

L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di ta
consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto. A tal fine devono essere
appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a bicchiere o incast
cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica
condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto – in entrata e in uscita – devono avere
adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a
pozzetto.

81.46 Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)

I pozzetti di salto devono essere adoperati per superamento di dislivelli di massimo 2-4 m. Per
superiori sarà opportuno verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione.
Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte, soprattutt
corrente risulti molto veloce. Qualora necessario, si potrà inserire all'interno del pozzetto un se
attenuare eventuali fenomeni di macroturbolenza, conseguendo dissipazione di energia.
Il salto di fondo si può realizzare disponendo un condotto verticale che formi un angolo di 90°
all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

81.47 Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)

Nei tratti di fognatura ove la velocità risulti molto bassa e dove possono essere presenti acque ricch
sedimentabili, devono prevedersi pozzetti di lavaggio (o di cacciata), con l'obiettivo di produrre, ad
regolari, una portata con elevata velocità, eliminando, così, le eventuali sedimentazioni e possibili c
I pozzetti di lavaggio devono essere ispezionabili.
Con riferimento alla C.M. n. 11633 del 7 gennaio 1974, per le acque nere la velocità relativa alle
medie non dovrà di norma essere inferiore ai 50 cm/s. Quando ciò non si potesse realizzare, devo
interposti in rete adeguati sistemi di lavaggio. La velocità relativa alle portate di punta non dovrà
essere superiore ai 4 m/s.
Per le fognature bianche la stessa circolare dispone che la velocità massima non dovrà di norma su
m/s.
A tal fine, in entrambi i casi, dovrà assicurarsi in tutti tratti della rete una velocità non inferiore a 50

81.48 Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno de
stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalett
cunicoli.

81.48.1 Tubazioni

81.48.1.1 Tubazioni in cemento armato vibrato

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stag
avere le seguenti caratteristiche: R_{ck} ≥ 25 MPa;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere
opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfia
conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente R_{ck} ≥ 25 MPa e
Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento.

81.48.1.2 Tubazioni in PVC rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere si collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2, SDR 5 SDR 41, SN8 e SDR 34, secondo la Norma UNI 1401-1.
La tubazione deve essere interrata in un cavo, di dimensioni previste in progetto, sul cui fo predisposto materiale fino di allettamento. Qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con cong del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25$ MPa.
Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile e indelebile, il nomin produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.
La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi e inviarli ad un laboratorio specializzato pe sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione. Qualora i risultati non fossero rispondent norme, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati

81.48.1.3 Pozzetti e chiusini

I pozzetti e i chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionat le seguenti caratteristiche:
- $R_{ck} \geq 30$ MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e della maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.
I chiusini dovranno, inoltre, essere conformi alla Norma UNI EN 124.
Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o s passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.
Tutti i coperchi, le griglie e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante:
- la norma di riferimento;
- la classe corrispondente;
- la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono quelle indicate negli elaborati di progetto esecutivo.

81.48.2 Canalette

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, o conglomerato cementizio o fibrocemento.
L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167- AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 340 N/mm^2, e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m^2 per faccia.

81.48.2.1 Canalette ad embrici

Le canalette ad embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq$ ... MPa, secondo i disegni tipo di progetto.
Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.
Prima della posa in opera, l'impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elem canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo che il piano di impostazione d elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.
L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggi essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro minimo di ..... mm e lunghezza non i a ..... cm, infissi nel terreno per almeno ..... cm, in modo che sporgano almeno ..... cm.
Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slitta valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito i
conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.
La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

81.48.3 Cunette

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche pres
progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elemen
Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefab
sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.
Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifu
controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'impresa, sotto il cont
direzione dei lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini c
sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 3
indicato dalla stessa direzione dei lavori.
Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in o
quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

81.48.4 Cunicoli

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m^2, potrà
avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura, durezza e con
compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata, nonché p
puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura, ed entità.
Nell'esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, q
- l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in fer
se è il caso integrate da provvisorie puntellature intermedie;
- il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cemen
conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine meta
- l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiere metalliche;
- l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiature meccaniche e, in genere, qualsiasi altro m
scavo a foro cieco.

81.48.5 Rivestimento per cunette e fossi di guardia

81.48.5.1 Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete di acciaio a
maglie saldate del tipo, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3 kg/m^2.
Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni tipo di progetto, lo spess
essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza piall. I giun
essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m^3 di cemento.
Dovranno, infine, essere posti in opera su letto di materiale arido, perfettamente livellato e costipa
cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

81.48.5.2 Conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio e
CEM II con $R_{ck} \geq 30$ MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, p
regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casse
rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, nonché la formazione di giunti.

81.48.5.3 Muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta do
kg/m³ di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.
Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito, previa regolarizzazione e costipa
piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

81.49 Cordonature

Le cordonature per la delimitazione dei marciapiedi dovranno essere in conglomerato cementizio
avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, in elementi di lunghezza 60÷100 m, di forma prismatica e della sezione indic
progetto esecutivo. Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbr
Dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite. Lo spigolo della cordonatura verso la stra
essere arrotondato e/o smussato.
I cordoli possono essere realizzati direttamente in opera, mediante estrusione da idonea cor
meccanica, e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, $R_{ck} \geq 30$
MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa. I cordoli in calcestruzzo saranno finit
maturazione con una mano di emulsione bituminosa.
Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corris
certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché dalle certif
attestanti le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà ess
in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costi
partita, mediante il prelievo di quattro provini. Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa,
sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.
Gli elementi devono essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazio
$R_{ck} \geq 25$ MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m³, che verrà utilizzata anche per
la stuccatura degli elementi di cordonatura. Il piano superiore presenterà una pendenza del 2%
l'esterno.

Sezione III
Impianti di illuminazione esterna

Impianti elettrici in generale

81.50 Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici
Dovranno essere rispondenti alle norme CEI ed UNI e alle tabelle di unificazione vigenti in materia, ove queste, per detti materiali e apparecchi, risultassero pubblicate e corrispondessero alle specifiche p progettuali.
La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla pre contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o contrassegno equipollente (03).

NORME IMPIANTI ELETTRICI

CEI 64-7 – *Impianti elettrici di illuminazione pubblica* .
CEI 64-8 – *Impianti elettrici utilizzatori. Norme generali;*
CEI 23-17 – *Tubi protettivi pieghevoli autorinvenenti di materiale termoplastico autoestinguente;*
CEI 17-13/1 – *Quadri elettrici;*
CEI 20-15 – *Cavi isolati con gomma G1 con grado d'isolamento non superiore a 4 (per sistemi elettrici con tensione nominale sino a 1kV);*
CEI 20-19 – *Cavi isolati con gomma con tensione nominale Uo/U non superiore a 450/750V, fasc. 662;*
CEI 20-22 – *Prova dei cavi non propaganti l'incendio;*
CEI 20-35 – *Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale;*
CEI 20-37 – *Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici;*
CEI 20-38 – *Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1: tensione nominale Uo/U non superiore a 0,6/1 kV;*
CEI 23-8 – *Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori, fasc. 335;*
CEI 23-51 – *Quadri di uso domestico e similari* ;
CEI 64-9 – *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare, fasc. 1020;*
CEI 34-2 – *Apparecchi d'illuminazione, fasc. 1348* .

81.51 Oneri specifici per l'appaltatore
L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e, ove possibile, campioni di almeno tre marche componente dell'impianto, per consentire la scelta al direttore dei lavori.
Per i corpi illuminanti, l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi lo materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.
Eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali dovranno essere segnalate al dei lavori.

81.52 Modalità di esecuzione degli impianti
Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali.
In generale, l'appaltatore dovrà seguire le indicazioni del direttore dei lavori in caso di probl interpretazione degli elaborati progettuali.
Al termine dell'esecuzione degli impianti, l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di con come previsto dal D.M. n. 37/2008.

Cavidotti

81.53 Esecuzione di cavidotti
I cavi interrati, secondo la norma CEI 11-17, art. 2.3.11, possono essere collocati nei seguenti modi:

- direttamente nel terreno;
- entro tubi;
- in condotti o cunicoli.

In tutti i casi i cavi dovranno essere muniti di guaina.

81.54 Posa direttamente nel terreno

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza. Tale protezione non è richiesta realizzati con armatura metallica costituita da fili di spessore di almeno 0,8 mm.
I cavi dovranno essere posti su letto di sabbia o terra vagliata per evitare danneggiamenti al cavo posa in opera e il successivo riempimento.

81.55 Posa entro tubazione interrata

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza.
Con riferimento alla norma CEI 23-46, in caso di impiego di tubazioni resistenti ad azioni meccaniche d normali attrezzi da scavo, non è richiesta una profondità minima di collocazione.

81.56 Posa in condotti o cunicoli interrati

In caso di condotti o cunicoli interrati non è richiesta alcuna profondità minima di collocazione.

81.57 Distanze di rispetto dei cavi interrati

Le distanze di rispetto dei cavi interrati da altri cavi, tubazioni e strutture metalliche di altri serviz rispettare particolari distanze minime.

81.57.1 Distanza da cavi di telecomunicazione

In presenza di intersezione con cavi di telecomunicazione direttamente interrati, secondo la norma CEI 11-17, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 30 cm. Inoltre, il cavo superiore dov protetto per almeno 100 cm. La protezione, realizzata in tubo o canaletta in acciaio inossidabile d dovrà avere uno spessore di almeno 2 mm. Per distanze inferiori a 30 cm dovrà essere real protezione anche per il tubo inferiore. Nel caso di cavi paralleli, dovrà essere rispettata la distanza 30 cm.

81.57.2 Distanza da tubazioni metalliche

In presenza di intersezione con cavi di tubazioni metalliche direttamente interrati, secondo la norma CEI 11-17, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 50 cm. Tale distanza potrà essere ridot qualora il cavo venga interposto con un elemento separatore non metallico o altro materiale isolante Deve essere rispettata la distanza mimima di 100 cm delle connessioni dall'intersezione tra le due t Nel caso di cavi paralleli dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm. Il punto 4.3.02 b de CEI 11-17, adottando particolari accorgimenti, consente distanze inferiori.

81.57.3 Distanza da serbatoi contenenti fluidi infiammabili

In presenza di serbatoi interrati contenenti fluidi infiammabili, i cavi direttamente interrati devon almeno 10 cm dalle superfici esterne dei serbatoi.

81.57.4 Distanza da gasdotti

Per le distanze da gasdotti valgono le stesse considerazioni per le tubazioni metalliche.

81.58 Esecuzione di cavidotti lungo strade esistenti

L'esecuzione dei cavidotti lungo le strade esistenti dovrà essere eseguita con le seguenti modalità:
- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in conglomerato dovrà avvenire l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità di 25 cm, e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nei disegni progettuali;
- fornitura e posa, nel numero stabilito nel progetto, di tubazioni rigide in materiale plastico a circolare, con diametro esterno di ….. mm, peso ….. g/m, per il passaggio dei cavi elettrici. Le giu tubi e il collegamento dei tubi con pozzetti saranno eseguite mediante idonee sigillature;
- la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'i selle di supporto in materiale plastico a uno o a due impronte per tubi del diametro di 110 m elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,50 m, al fine di garantire il sollevament dal fondo dello scavo e assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cass calcestruzzo;
- formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di protezione delle tubazioni in plastica. Il calcestruzzo sarà superiormente lisciato in modo che venga il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vaglia base delle indicazioni fornite dalla direzione dei lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazi costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici. L'operazione di riempimento dovrà avvenire dop sei ore dal termine del getto di calcestruzzo;
- le linee sotterranee in cavo dovranno essere poste almeno a 70 cm dalla superficie del terreno e varie eventuali sollecitazioni con opere adatte. Le derivazioni dovranno essere eseguite all'interno d pozzetti.

Pozzetti

81.59 Generalità

I pozzetti dovranno essere collocati in corrispondenza delle derivazioni, dei punti luminosi e dei direzione.
I chiusini dei pozzetti devono essere di tipo carrabile quando sono realizzati lungo strade o passi ca

81.60 Raggi di curvatura

Il raggio minimo di curvatura dei cavi privi di rivestimento metallico dovrà essere non inferiore volte il diametro esterno del cavo. Per i cavi con rivestimento metallico il raggio dovrà essere quattordici volte il diametro.

81.61 Pozzetti con chiusino in ghisa

Nell'esecuzione dei pozzetti dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:
- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di im fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento;
- conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto; con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno dei pozzetti, di rinzaffo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per incontrollato, luce netta 50 cm · 50 cm, peso 90 kg circa, con scritta "Illuminazione pubblica" sul co
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati.

81.62 Pozzetto prefabbricato interrato

È previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati e interrati, comprendenti un elemento a cassa, con d
drenaggio, ed un coperchio rimovibile.
Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto
di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Blocchi di fondazioni. Pali di sostegno

81.63 Blocchi di fondazione dei pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratte
dimensionali e costruttive indicate nei disegni progettuali. Dovranno, inoltre, essere rispettate le
prescrizioni:
- esecuzione della scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di imp
- esecuzione della nicchia per l'incastra del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro
…. mm per il passaggio dei cavi;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente co
- sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso.
Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblic
Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto
luogo a nessun ulteriore compenso.

81.64 Pali di sostegno

I pali di sostegno delle lampade per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI EN 40
Dovrà curarsi il perfetto allineamento nel senso orizzontale e la perfetta posa in opera verticale, in
la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.
È previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quelli Fe 360 grado B o migliori, seco
normaUNI EN 10025, a sezione circolare e forma conica (forma A2, UNI EN 40-2) saldati
longitudinalmente secondo la norma CNR UNI 10011.
Tutte le caratteristiche dimensionali e i particolari costruttivi sono indicati nei disegni progett
corrispondenza del punto di incastro del palo, nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un
rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle du
a filo continuo.
Per il fissaggio dei bracci o dei cordoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie
cadauna sfalsati tra di loro di 120°, con dadi riportati in acciaio inox M10 · 1 saldati prima della zinc
Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm e a 35 cm dalla sommità d
bloccaggio dei bracci o dei cordoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acci
M10 · 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio inox del
Cr13, secondo la norma UNI EN 10088-1.
Nei pali dovranno essere praticate due aperture delle seguenti dimensioni:
- un foro ad asola della dimensione di 150 mm · 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizion
bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
- una finestrella d'ispezione delle dimensioni di 200 mm · 75 mm, che dovrà essere posizionata
orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparec
illuminazione a cima-palo, e collocata dalla parte opposta al senso di transito del traffico veicolar
bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra dei livello del suolo. La chiusura della finestrella d'is
dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio median
triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo ben

direttore dei lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sem
bloccaggio mediante chiave triangolare.
Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione inte
secondo norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettri
che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la m
di connessione in classe II.
Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è ric
zincatura a caldo, secondo la norma CEI 7-6.
Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione
essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile, serie pesante, diametro 50 mm, posato all'atto de
collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da
particolari. Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno
impiegati bracci in acciaio o cordoli zincati a caldo (secondo la norma UNI EN 40-4) e aventi le
caratteristiche dimensionali indicate nei disegni progettuali.

Linee per energia elettrica

L'appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alime
di energia. Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:
- cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm^2: cavo 1 · 6 mm^2 a UG5R-0,6/1 kV;
- cavi unipolari con guaina con sezione superiore a 6 mm^2: cavo 1 · 6 mm^2 a RG5R-0,6/i kV;
- cavi bipolari della sezione di 2,5 mm^2: cavo 2 · 2,5 UG5OR-0,6/1 kV.

Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma CEI 20-13 e varianti, e dovranno disporre di certificazione IMQ o
equivalente. Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione plani
percorso, la sezione e il numero dei conduttori.
L'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato negli elaborati progettuali, salvo e
diverse prescrizioni della direzione dei lavori.
Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrata, saranno costituite da qua
unipolari uguali. In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezion
mm^2. I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 m^2.
I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativ
cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina prot
consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo
(marrone fase R, bianco fase 5, verde fase T, blu chiaro per il neutro).
I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante.

Cassette, giunzioni, derivazioni, guaine isolanti

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm^2, sarà effettuata
con l'impiego di cassetta di connessione in classe II, collocata nell'alloggiamento e con transito
nella medesima dei cavi unipari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unic
alla fase interessata e al neutro, escludendo le restanti due fasi. Per tratti di dorsali rilevanti dov
previsto, altresì, un sezionamento dell'intera linea, facendo transitare le tre fasi e il neutro in una c
connessione collocata nell'asola di un palo, secondo indicazione del direttore dei lavori.
Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muf
…… o similare. Dette muffole dovranno essere posate esclusivamente nei pozzetti in mura
prefabbricati.
Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, a
del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato, che dovrà avere rigidità dielet
kV/mm. Il tipo di guaina isolante dovrà, comunque, essere approvato dal direttore dei lavori.

Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione

81.65 Grado di protezione

Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere i seguenti gradi di protezione interna minima:
– apparecchi per illuminazione stradale aperti (senza coppa o rifrattore):
- vano ottico = IP X 3;
- vano ausiliari = IP23.
– apparecchi per illuminazione stradale chiusi (con coppa o rifrattore):
- vano ottico = IP54;
- vano ausiliari = IP23.
– proiettori su torri faro o parete (verso il basso) = IP65;
– proiettori sommersi = IP68.
Gli apparecchi dovranno, altresì, essere realizzati in classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme:
- CEI 34-21 fascicolo n. 1034 e relative varianti;
- CEI 34-30 fascicolo n. 773 e relative varianti sui proiettori per illuminazione;
- CEI 34-33 fascicolo n. 803 e relative varianti sugli apparecchi per illuminazione stradale.
In ottemperanza alla norma CEI 34-21, i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno esser cablati a cura del costruttore degli stessi, e dovranno, pertanto, essere forniti e dotati di lampade elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle relative norme CEI di riferimento.
Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione d essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori e accenditori) della stessa casa co in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.
I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

81.66 Prove

Tali apparecchi devono essere provati secondo le prescrizioni della norma CEI 34-21 e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera e all'interno dell'apparec inferiore a:
- 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro;
- 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente;
- 10 V per le lampade da 250 W (entrambi i due tipi);
- 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro;
- 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente.
Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, e in una po che li renda visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 (marcatura) della norma CEI 34-21).

81.67 Requisiti per la prevenzione dell'inquinamento luminoso

Gli apparecchi di illuminazione dovranno presentare caratteristiche per la prevenzione dell'inquin luminoso mediante l'uso di lampade full cut-off con vetro piano e trasparente.
In particolare, i corpi illuminanti posti in opera dovranno avere un'emissione nell'emisfero superior con $\gamma \geq 90°$) non superiore allo 0% del flusso totale emesso.

Apparecchi di illuminazione con valori superiori di emissione verso l'alto sino al massimo del 3% d luminoso totale emesso potranno essere installati, previa preventiva autorizzazione e a seguit necessità impiantistiche.

81.68 Documentazione tecnica

La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, ef secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare su supporto cartaceo che sotto forma di file stand Tale documentazione dovrà specificare, tra l'altro:
- la temperatura ambiente durante la misurazione;
- la tensione e la frequenza di alimentazione della lampada;
- la norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- l'identificazione del laboratorio di misura;
- la specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- il nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- la corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- il tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e la classe di precisione.

Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile te laboratorio che attesti la veridicità della misura.
Gli apparecchi devono, inoltre, essere forniti della seguente ulteriore documentazione:
- angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio. In l'inclinazione deve essere nulla (vetro di protezione parallelo al terreno);
- diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1000 lumen;
- diagramma del fattore di utilizzazione;
- classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità lu emesse rispettivamente a 90° (88°) e a 80° rispetto alla verticale e alla direzione dell'intensità massima (I max) sempre rispetto alla verticale.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel dis particolari, dovrà comunque essere approvato dal direttore dei lavori.
Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere di classe II e, pertanto, si dovrà porre la massi nell'esecuzione dei collegamenti elettrici, affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento.

Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e prot

L'appaltatore provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna indicato dal progett contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro delle seguenti dimensioni approssimativ
- larghezza 70-75 cm;
- altezza da terra 140-150 cm;
- profondità 30-40 cm con grado di protezione interna minimo di IP54 (CEI 70-1 norma

Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate, di cui una c contenere il gruppo di misura installato dall'ente distributore. La relativa serratura di chiusura dovr installata dall'ente medesimo, previo accordo con gli organismi territoriali competenti. Il contenito appoggiare su un apposito zoccolo in calcestruzzo prefabbricato o realizzato in opera, che c

l'ingresso dei cavi sia del distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono, altre
dell'appaltatore, le opere murarie e di scavo per l'ingresso nel contenitore dei cavi dell'ente distribu
Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento e di protezione,
definite nello schema unifilare indicato nel disegno progettuale. L'apertura di tale vano dovrà esser
di apposita serratura.
Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in classe II, così come
dell'impianto di illuminazione.
Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti norme CEI. In particolare, i
teleruttori dovranno avere caratteristiche conformi alla norma CEI 17-3 fascicolo 252
L'appaltatore dovrà, altresì, provvedere alla fornitura, posa e collegamento di un interruttore crep
fotoelettrico adatto all'installazione esterna, in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o
con le seguenti caratteristiche:
- classe di isolamento II;
- grado: IP 54;
- valore di intervento: 10 + 2 lux;
- carico massimo alimentarie: 5A.
Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione c
cortocircuiti dell'intero impianto, secondo le norme CEI 64-8 fascicolo 1000.
Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute e il relativo quadro dovranno, comunque,
preventiva approvazione del direttore dei lavori.

Impianto di terra. Dispersori

L'impianto non prevede la messa a terra degli apparecchi di illuminazione e delle altre parti meta
quanto tutto il sistema sarà realizzato con doppio isolamento (classe II). Qualora, per particolari
venissero impiegati apparecchi di illuminazione sprovvisti di isolamento in classe II, oppure sia ne
realizzare la protezione delle strutture contro i fulmini, occorre realizzare l'impianto di terra.
Gli apparecchi di illuminazione saranno collegati ad una terra di sezione adeguata, comunque non i
ai 16 mm^2 e i conduttori di terra e di protezione avranno guaina di colore giallo-verde e saranno di t
V.
La linea dorsale sarà collegata al dispersore unico mediante conduttore isolato, della sezione mini
mm^2 di tipo H07 V-R, protetto con tubazione nei tratti discendenti.
Tenendo conto che il dispersore sarà unico, sia per la protezione contro i fulmini che per la protezio
i contatti indiretti, esso dovrà rispondere alle prescrizioni delle norme CEI 81-1, CEI 64-8 e CEI 11-8
I dispersori saranno a puntazza componibile, posati entro appositi pozzetti di ispezione di tipo carr
in resina rinforzata, e dovranno tutti essere collegati fra di loro.
Sia i dispersori a puntazza che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente appro
direzione dei lavori.

Capitolo 9
OPERE A VERDE

Art. 82. Terra da coltivo riportata

La terra da coltivo, prima della messa in opera, dovrà essere accettata dalla direzione dei lavori, in seguenti valori:
- pH minore o uguale al 6;
- calcare totale maggiore o uguale al 5%;
- sostanze organiche minori all'1,5%;
- azoto totale minore allo 0,1%;
- fosforo ammissibile minore di 30 ppm;
- potassio assimilabile minore del 2%;
- conducibilità idraulica minore di 0,5 cm · ora;
- conducibilità Ece.

La terra da coltivo dovrà essere priva di pietre, elementi di tronchi, rami, radici, e altri elemen possano ostacolare la lavorazione agronomica durante la posa in opera.

NORME DI RIFERIMENTO

CNR – *Guida alla descrizione del suolo*, 1987;
S.I.S.S. – *Metodi normalizzati di analisi del suolo*.

Art. 83. Substrati di coltivazione

I substrati di coltivazione (terricciato di letame, terriccio di castagno, terra d'erica, terriccio di f faggio, terriccio di bosco, sfagno, torba, miscugli tra vari substrati), dovranno essere forniti in co sigillate, nelle quali è riportata la quantità, i tipo e le caratteristiche del contenuto. In assenz informazioni, l'appaltatore dovrà produrre alla direzione dei lavori, prima della messa in opera, i delle analisi.
La fornitura delle analisi è obbligatoria in caso di substrati non confezionati e privi delle indicazioni r sulla confezione. L'appaltatore (ad esclusione della torba e dello sfagno) dovrà fornire indicazi seguenti parametri:
- sostanza organica;
- azoto nitrico;
- azoto ammoniacale;
- densità apparente riferita ad uno specificato tenore di umidità;
- capacità idrica di campo;
- conducibilità Ece.

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, ecc.) deve essere autorizzata dalla dire lavori.

NORME DI RIFERIMENTO

Legge 19 ottobre 1984, n. 748 – *Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti*;
CNR – *Guida alla descrizione del suolo*, 1987;
S.I.S.S. – *Metodi normalizzati di analisi del suolo*.

Art. 84. Concimi organici e minerali

I concimi organici e minerali dovranno rispettare le prescrizioni normative vigenti e risponde prescrizioni contrattuali. Eventuali sostituzioni dovranno essere autorizzate dalla direzione dei lavor a specifiche analisi di laboratorio e alla specie della pianta da mettere a dimora.

Concimi organici

I concimi organici si distinguono in:
- concimi organici azotati;
- concimi organici NP.

CONCIMI ORGANICI AZOTATI

I concimi organici azotati devono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarato, azoto organic origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelemen quantità dichiarabili né di fosforo né di potassio, a meno che questo non costituisca parte integrante organiche.

CONCIMI ORGANICI NP

I concimi organici NP devono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarati, azoto orgar fosforo, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secon microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio. È consentita, nei casi previsti, la dichia dell'anidride fosforica totale, quando il fosforo, anche se non in forma organica, costituisce parte in di matrici organiche.

84.1 Concimi minerali

84.1.1 Concimi minerali semplici

I concimi minerali semplici comprendono:
- concimi minerali azotati semplici;
- concimi minerali fosfatici semplici;
- concimi minerali potassici semplici.

CONCIMI MINERALI AZOTATI SEMPLICI

Devono contenere, espressamente dichiarato, azoto in una o più forme e solubilità. Possono anche altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo o di potassio.

CONCIMI MINERALI FOSFATICI SEMPLICI

Devono contenere, espressamente dichiarato, fosforo in una o più forme e solubilità. Posson contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di potass

CONCIMI MINERALI POTASSICI SEMPLICI

Devono contenere, espressamente dichiarato, potassio in una o più forme e solubilità. Posson contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di fosfor

84.1.2 Concimi minerali composti

I concimi minerali composti si distinguono in:
- concimi minerali composti NP;
- concimi minerali composti NK;
- concimi minerali composti PK;
- concimi minerali composti NPK.

CONCIMI MINERALI COMPOSTI NP

Devono contenere, espressamente dichiarati, azoto e fosforo in una o più forme e solubilità. Poss
contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio.

CONCIMI MINERALI COMPOSTI NK

Devono contenere, espressamente dichiarati, azoto e potassio in una o più forme e solubilità. Poss
contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo.

CONCIMI MINERALI COMPOSTI PK

Devono contenere, espressamente dichiarati, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità.
anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto.

CONCIMI MINERALI COMPOSTI NPK

Devono contenere, espressamente dichiarati, azoto, fosforo e potassio in una o più forme e s
Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi.

84.1.3 Concimi minerali a base di elementi secondari

Sono concimi a base di elementi secondari i prodotti – naturali o sintetici – che contengano espre
dichiarato un elemento secondario tra calcio, magnesio, sodio e zolfo. Possono anche conten
elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principa
fertilità.

84.1.3.1 Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi)

Sono concimi a base di microelementi i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espres
dichiarato uno o più microelementi tra boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco
anche contenere elementi secondari, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principa
fertilità.

84.2 Acqua per innaffiamento

L'acqua per innaffiamento delle piante non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i
tolleranza di fitotossicità relativa.
L'appaltatore, a richiesta della direzione dei lavori, dovrà fornire le necessarie analisi sulla
dell'acqua, e il periodo di utilizzazione in base alla temperatura.

84.3 Estrazione dal vivaio e controllo delle piante

84.3.1 Generalità

L'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie
danneggiare le radici principali, e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato
capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere
con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata. L'estrazione si effettua a man
meccanicamente. Le piante potranno essere fornite a radice nuda, o collocate in contenitori o in
zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucro di iuta, paglia, teli di plastica o altro
Prima della messa a dimora, lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere ve
cantiere, e le piante scartate dovranno essere immediatamente allontanate.
Per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve indicare, att
un'iscrizione chiara e indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere,
varietà e numero – nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche – vivaio di provenie

La verifica della conformità dell'esemplare alla specie e alla varietà della pianta si effettuerà nel c
primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

84.3.2Alberi

Gli alberi dovranno avere la parte aerea a portamento e forma regolare – simile agli esemplari
spontaneamente – a sviluppo robusto, non filato, e che non dimostri una crescita troppo rapida per
densità di coltivazione in vivaio, o in un terreno troppo irrigato o concimato.
Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivais
l'ultima lavorazione alle radici risalente a non più di tre anni, secondo la tabella 109.1.

Tabella 109.1 - Modalità di lavorazione

Foglia caduca	fino a circonferenza 12-15 cm fino a circonferenza 20-25 cm fino a circonferenza 30-35 cm	almeno un trapianto almeno due trapianti almeno tre trapianti
	fino ad altezza di 2-2,50 m	almeno un trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 2,50-4 m	almeno un trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
Sempre verdi	fino ad altezza di 2,50-4 m	almeno due trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 5-6 m	almeno tre trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, dovrà
racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa terra di coltura o in zolla rivestita (pa
plast, iuta, rete metallica, fitocella).

Art. 85. Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora delle piante dovranno essere p
precauzioni necessarie per la loro conservazione e per evitare traumi o disseccamenti, nonché dan
dal gelo.
Prima della messa a dimore delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla direzione d
dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su un
fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.
Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto, né risultare interrate oltre i
colletto.
Durante la messa a dimora, l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al
aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

Le buche dovranno essere riempite con terra da coltivo semplice, oppure miscelata con opportunamente costipata. La direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concir localizzata, in modo da non provocare danni per disidratazione.
Dopo il riempimento, attorno alla pianta dovrà essere realizzata una conca o un bacino per cons ritenzione dell'acqua, che deve essere somministrata in quantità abbondante per agevolare la rip pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

Art. 86. Periodo di messa a dimora

La messa a dimora non dovrà essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra è d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.
Salvo diverse prescrizioni del direttore dei lavori, la messa a dimora degli alberi dovrà effettuars conto del clima, in funzione della regione e/o dell'altitudine.
Per le piante messe a dimora a stagione avanzata dovranno, comunque, essere previste cure par assicurarne l'attecchimento.

Art. 87. Preparazione delle piante prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora, le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più ap
Lle radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo traumatizzate o secche.
È bene, tuttavia, conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora è tardiv
Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

Art. 88. Preparazione delle buche e dei fossi per la messa a dimora delle piante

Le buche e i fossi per la messa a dimora di piante dovranno essere di dimensioni ampie, ovvero i alle caratteristiche delle piante da mettere a dimora, con una larghezza e una profondità corrispo almeno 1,5 volte il diametro e rispettivamente l'altezza dell'apparato radicale delle pianta o del par
I lavori per l'apertura di buche e fosse delle piante dovranno essere effettuati dopo i movimenti carattere generale, prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.
I materiali provenienti dagli scavi non riutilizzabili, perché non ritenuti idonei, dovranno essere all dal cantiere a cura e spese dell'impresa e sostituiti con terra idonea.
Se necessario, le pareti e il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati, perché possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido e aerato.
Salvo diverse prescrizioni della direzione dei lavori, buche e fosse potranno essere aperte manua meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

Art. 89. Carico, trasporto e accatastamento delle piante

Le piante, provenienti dai vivai o dalla campagna, dovranno essere caricate ordinatamente sui m trasporto, disponendo vicine le piante della stessa specie e dimensioni. Dovrà evitarsi l'essiccamen il trasporto utilizzando veicoli idonei.

L'appaltatore dovrà comunicare alla direzione dei lavori la data di consegna delle piante in cantiere della loro verifica e accettazione.
In cantiere, le piante dovranno essere accatastate per un tempo massimo di ……. giorni/ore, avend evitare l'essiccazione e il surriscaldamento, compensando le perdite di umidità verificatesi du trasporto.

Messa a dimora di piante

89.1.1Generalità
Prima della messa a dimore delle piante, l'impresa, qualora ordinato dalla direzione dei lavori procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strat di spessore adeguato al tipo di pianta.
Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto, né risultare interrate oltre i colletto.
Durante la messa a dimora, l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

89.1.2Collocazione delle piante e riempimento delle buche
Sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale.
La pianta dovrà essere collocata in modo che il colletto si trovi al livello del fondo della conca di irri
L'apparato radicale non deve essere compresso, ma sarà spostato.
La buca di piantagione dovrà, poi, essere colmata con terra da coltivo semplice oppure miscelata c opportunamente costipata. La compattazione della terra dovrà essere eseguita con cura in mod danneggiare le radici e non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria.
La direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in mod provocare danni per disidratazione.

89.1.3Conche di irrigazione
La terra dovrà essere sistemata al piede della pianta, in modo da formare intorno al colletto un conca. L'impresa dovrà effettuare una prima irrigazione in quantità abbondante, che fa parte dell'op di piantagione, per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e

89.1.4Pali di sostegno, ancoraggi e legature
La direzione dei lavori dovrà verificare che gli alberi e gli arbusti messi a dimora risultino dotati d sostegno, di diametro e altezza in funzione delle piante.
I pali di sostegno (o tutori) dovranno essere dritti, scortecciati e appuntiti nella parte di maggiore
La parte appuntita da collocarsi nel terreno dovrà essere trattata e resa imputrescibile per un'a almeno 10 cm. La direzione dei lavori potrà autorizzare l'impiego di pali in legno di produzione ind appositamente trattati allo scopo.
A discrezione della direzione dei lavori, i pali potranno essere sostituiti con ancoraggi in funi d'accia di tendifilo.
Le legature dovranno essere costituite da materiale elastico o corde di canapa (è vietato l'impiego ferro).
La direzione dei lavori potrà ordinare di inserire fra tronco e tutore un apposito cuscinetto antifriz modo da evitare eventuali danni alla corteccia.

Art. 90. Tappeti erbosi in strisce e zolle

Le zolle erbose dovranno essere fornite in forme regolari (rettangolari, quadrate o a strisce).

Le strisce dovranno essere fornite arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su pallet.
Le zolle, inoltre, dovranno avere uno spessore da 3 a 6 cm, secondo la specifica destinazio
caratteristiche del supporto.
La direzione dei lavori, prima della posa in opera, dovrà verificare la corretta preparazione del
(rullatura, battitura, sabbiatura, trattamenti fertilizzanti, e quant'altro necessario).
Il prato, una volta ultimato, potrà essere utilizzato non prima di 30 giorni.

Art. 91. Scarpate in rilevato o in scavo

Le scarpate in rilevato o in scavo, e in genere tutte le aree destinate a verde, dovranno essere ri
manto vegetale, appena ultimata la loro sistemazione superficiale, adottando specie caratterizz
potente apparato radicale e idoneo a formare una stabile copertura vegetale.
Eventuali erosioni, solcature, buche o altre imperfezioni dovranno essere riprese con idoneo terren
riprofilando le superfici secondo le pendenze di progetto. Dovrà essere curata in modo partic
conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati.
Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tr
pedonamento.

Art. 92. Semine

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere prepa
descritto al precedente paragrafo.
La concimazione dovrà essere effettuata in due fasi. All'atto della semina dovranno essere somm
concimi fosfatici e potassici. I concimi azotati, invece, dovranno essere somministrati a germ
avvenuta.
Si procederà, quindi, alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni con l'impiego di 200 kg
per ettaro di superficie.
Nella tabella 117.1 è riportata la composizione di cinque miscugli da impiegare a seconda
caratteristiche dei terreni e delle particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

Tabella 117.1 - Composizione di miscugli

Specie	Tipo di miscuglio				
	A	B	C	D	E
	kg di seme per ettaro				
Lolium Italicum	-	38	23	50	-
Lolium Perenne	-	38	23	50	-
Arrhenatherum Elatius	50	-	-	-	33
Dactylis Glomerata	5	42	23	20	-
Trisetum Plavescens	12	8	5	-	-
Festuca Pratensis	-	-	47	33	-
Festuca Rubra	17	12	15	10	-
Festuca Ovina	-	-	-	-	10
Festuca Hetereophilla	-	-	-	-	15
Phleum Pratense	-	12	12	20	-
Alopecurus Fratensis	-	20	18	26	-
Cynosurus Cristatus	-	-	-	-	5
Poa Pratensis	5	38	30	7	3
Agrostis Alba	-	10	7	7	-
Antoxanthum odoratum	-	-	-	-	2
Bromus Erectus	-	-	-	-	25
Bromus Inermis	66	-	-	-	20
Trifolium Pratense	13	8	10	7	-
Trifolium Repens	-	12	7	-	-
Trifolium Hibridum	-	-	-	10	-
Medicago Lupolina	5	-	-	-	10
Onobrychis Sativa	-	-	-	-	67
Antillis Vulneraria	17	-	-	-	5
Lotus Cornicolatus	10	-	3	10	5
Totale kg	200	200	200	200	200

La tabella 117.2 riporta lo schema della compatibilità dei miscugli con i vari tipi di terreno.

Tabella 117.2 - Compatibilità di miscugli

Tipo di miscuglio	Caratteristiche dei terreni
Miscuglio A	Terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano
Miscuglio B	Terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili
Miscuglio C	Terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili
Miscuglio D	Terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi
Miscuglio E	Terreni di medio impasto, in clima caldo e secco

L'impresa dovrà comunicare alla direzione dei lavori la data della semina, affinché possano essere
prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.
L'impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo c
eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare e u
La semina dovrà essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso qu
mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.
Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.
La ricopertura del seme dovrà essere eseguita mediante rastrelli a mano con erpice a sacco.
Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato, e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione

Art. 93. Idrosemina

Dopo che le superfici da rivestire saranno state opportunamente preparate, l'impresa proce
rivestimento mediante idrosemina, impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la pr
pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante e acqua.

Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.
I materiali dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della direzione dei lavori, che d prove e i controlli ritenuti opportuni.
I miscugli di seme da spandere, a seconda dei tipi di terreni da rivestire, dovranno essere imp quantitativi di ……., …… e ……. kg/ha, in relazione alle prescrizioni che la direzione dei lav impartirà tratto per tratto, riservandosi, inoltre, di variare la composizione del miscuglio stess restando il quantitativo totale di seme.
Dovrà essere impiegato fertilizzante terziario (a pronta, media e lenta cessione in ragione di …… kg/ha.
Per il fissaggio della soluzione al terreno e per la protezione del seme, dovranno essere imp alternativa …… kg/ha di fibre di cellulosa, oppure ……. kg/ha di collante sintetico, oppure a materiali variamente composti che, proposti dall'impresa, dovranno essere preventivamente acce Direzione dei lavori.
Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in pr Anche per l'idrosemina l'impresa è libera di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare e unifo

Art. 94. Spostamento di piante

Le piante da spostare, se non sono indicate nei documenti dell'appalto, dovranno preventivamen marcate sul posto.
Se non possono essere subito ripiantate, esse dovranno essere collocate in depositi provvisoriame per assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e, in genere, contro tutti i possibi deterioramento.

Tabella 119.1 - Elenco delle piante da spostare

Esemplare	Genere	Specie	Varietà o cultivar	Forza	Osservazioni

Qualora non sia prevista a carico dell'impresa la garanzia di attecchimento, per le piante spostate adottate le seguenti prescrizioni:
- modalità di estrazione (preparazione dell'apparato radicale, confezione in zolle, ecc.);
- condizioni di trasporto (eventuale obbligo di uso di particolari mezzi meccanici, ecc.);
- località e modalità di accantonamento;
- modalità per la messa a dimora (concimazioni, tutori, piantagioni, ecc.);
- modalità di manutenzione (frequenza e dose delle irrigazioni, utilizzazione di antitraspiranti, ecc.)

L'impresa ha l'onere della manutenzione delle piante messe a deposito.
Quando lo spostamento delle piante presenta il rischio di una cattiva ripresa dopo il trasferimento, dovrà interrompere le operazioni di spostamento e informarne il direttore dei lavori, affinché si prendere i necessari accorgimenti.
Trascorse 48 ore dal recepimento dell'avviso di interruzione al direttore dei lavori, gli spostamenti essere ripresi.

Art. 95. Protezione delle piante esistenti da conservare

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno, le piante da conservare dovranno esser
con i dispositivi predisposti a cura dell'impresa prima dell'inizio di altri lavori. Questi dispo
consisteranno in recinzioni e in corsetti di protezione. Salvo diverse e motivate prescrizioni appro
Direzione dei lavori, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed es
almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco e alti almeno 2,00 m.
Le piante da conservare dovranno essere indicate in specifica planimetria o dovranno essere
preventivamente sul posto.
Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori, come
nella tabella 120.1.

Tabella 120.1 - Modalità di protezione delle piante

Esemplare n.	Modalità particolari di protezione

Art. 96. Protezione delle piante messa a dimora

L'impresa appaltatrice, previa autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà approntare le necessa
di protezione delle piante messe a dimora per prevenire eventuali danneggiamenti (transito di
animali, precipitazioni atmosferiche, ecc.).

Art. 97. Salvaguardia della vegetazione esistente

L'impresa appaltatrice è tenuta alla salvaguardia (protezione apparato radicale, fusto, chioma, ec
vegetazione esistente – non interessata da lavori in appalto – da eventuali danneggiamenti (urti d
mezzi meccanici e/o attrezzi pesanti, ecc.), anche se le piante non sono state indicate nei disegni p
opportunamente contrassegnate prima dell'esecuzione dei lavori.
La direzione dei lavori potrà fornire all'appaltatore ulteriori comunicazioni in merito alle pian
salvaguardare.
Nel caso di danneggiamento di piante, l'appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione alla
dei lavori, perché siano adottati i provvedimenti adeguati.

Art. 98. Manutenzioni colturali fino all'esecuzione del collaudo

Sino a quando non sia intervenuto con esito favorevole il collaudo tecnico-amministrativo (o l'emis
certificato di regolare esecuzione) dei lavori, l'impresa dovrà effettuare a sua cura e spese:
- la manutenzione degli impianti a verde, curando, in particolare, lo sfalcio di tutte le superfici d
autostradale e sue pertinenze, seminate o rivestite da vegetazione spontanea, ogni qualvolta l'
raggiunto l'altezza media di 35 cm;
- l'annaffiamento di tutte le piante, rivestimenti di scarpate, ecc.;
- il ripristino delle conche d'irrigazione, qualora necessario;
- la potatura;
- la concimazione;
- le falciature, i diserbi e le sarchiature;
- la sistemazione delle parti danneggiate per erosione dovuta a non corretta esecuzione.

La direzione dei lavori potrà prescrivere all'impresa di effettuare lo sfalcio in dette aree anche
discontinui, senza che ciò possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell
stessa.
L'erba sfalciata dovrà prontamente essere raccolta da parte dell'impresa e trasportata fuori dalle p
autostradali entro 24 ore dallo sfalcio.
La raccolta e l'allontanamento dell'erba dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando
dispersione sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato; pertanto, ogni au
dovrà avere il carico ben sistemato e munito di reti di protezione.

Capitolo 10
ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

Art. 99. Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio

99.1 Resistenza caratteristica

Agli effetti delle nuove norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008, un calcestruzz
individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. Si definisce *resistenza caratteristica* la
resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione
misure di resistenza.

99.2 Controlli di qualità del conglomerato

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi ese
produzione del conglomerato cementizio, garantendone, così, la conformità alle prescrizioni di prog
Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:
- valutazione preliminare di qualificazione;
- controllo di accettazione;
- prove complementari.

VALUTAZIONE PRELIMINARE DI QUALIFICAZIONE

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio (ovvero aggregati,
acque e additivi), e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che perm
accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto (classe di res
classe di consistenza conformi alla norma UNI EN 206-1).
Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere fo
un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle op
esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali, quali la misura della resist
compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abr
calcestruzzo fresco, ecc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

PROVE COMPLEMENTARI

Comprendono tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di p
particolari di produzione e/o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

99.3 Valutazione preliminare della resistenza caratteristica

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee
preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà
per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.
L'appaltatore resta, comunque, responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, ch
controllata dal direttore dei lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

99.4 Controllo di accettazione

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera, per verifi
conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e g
sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nelle seguenti due tipologie:
- controllo tipo A;
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo, e il quantitativo di calcestruzzo accettato verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella 124.1.

Tabella 124.1 - Controlli di accettazione

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_I \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (numero prelievi 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4s$ (numero prelievi ≥ 15)
R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm²) Ri = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm²) s = scarto quadratico medio.	

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

99.5 Prelievo ed esecuzione della prova a compressione

99.5.1 Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che deve p
ad identificare i provini mediante sigle ed etichette, e a custodirli in un locale idoneo prima della fo
durante la stagionatura.
Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un m
100 m³ forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria
confezione di un gruppo di due provini.
La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di tre prelievi di due cubetti ciascun
La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.
È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le
variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qua
calcestruzzo stesso.

99.5.2 Dimensioni dei provini

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono prev
norma UNI EN 12390-3. In generale, il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione ma
dell'inerte.
La norma UNI EN 12390-1 indica, come dimensione del lato del provino, quella pari ad almeno tre vol
dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.
In generale, ora devono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:
– cubetti di calcestruzzo:
- lato l (cm) = 10-15-20-25 e 30;
- tolleranza lunghezza lato: ± 0,5%.

– provini cilindrici:
- diametro d (cm) = 10-11,30-15-20-25-30;
- altezza pari a due volte il diametro;
- tolleranza altezza cilindro: ± 5%;
- tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino: ± 0,5 mm.

– provini prismatici:

- lato di base (cm) = 10-15-20-25 e 30;
- lunghezza maggiore o uguale a 3,5 volte il lato di base;
- tolleranza lato di base: ± 0,5%;
- tolleranza perpendicolarità spigoli del provino: ± 5 mm.

La tolleranza sulla planarità dei provini è di ± 0,000 6 · d (d).

99.5.3 Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato secondo le prescrizioni della norma UNI 12390-2, utilizzando uno dei seguenti metodi:
- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm · 25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con ø 16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo, prima di essere collocato nelle casseforme, deve essere opportunamente rimis apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire per strati secondo quanto indica UNI 12390-2 almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.
Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua, invece, dovrà essere vibrato nell mediante tavola vibrante o vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle c del provino.
Dopo la costipazione, la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve ess con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del prov essere opportunamente protetta, dall'evaporazione fino alla sformatura.
La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

99.5.4 Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e pris secondo la norma UNI EN 12390-1, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.
Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, e le giunture devono essere tr specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.
Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello ± 0,25%. Le tolleranze sulla plan facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendico gli spigoli di ± 0,5 mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpen e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e norma UNI EN 12390-1.
Le caratteristiche costruttive delle casseformi devono essere idonee a prevenire eventuali defo durante il confezionamento dei provini. Le casseformi in commercio sono realizzate in:
- materiale composito (di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali);
- polistirolo espanso (la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione);
- acciaio (scomponibili e dotate di separatori ad incastro nel caso di casseforme a più posti).

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato d attestante che i requisiti prestazionali corrispondano a quelli previsti dalla norma UNI EN 12390-1.

99.5.5 Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare i provini di calcestruzzo mediante sigle, etichettature ecc. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campio avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio l'appaltatore.

Dopo la marcatura, i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove ai laboratori uff certificato di prova dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori, compreso il riferi verbale di prelievo.

99.5.6 Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo, che deve essere eseguito in cantiere dal direttore in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve conte seguenti indicazioni:
- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme (barra d'acciaio a sezione quadra o a sezione ci relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno);
- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura.
- dichiarazione, del direttore dei lavori o dell'assistente, delle modalità di preparazione dei pr conformità alle prescrizioni della norma UNI 12390-2;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e sulla conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qu dell'impresa esecutrice.

99.5.7 Domanda di prova al laboratorio ufficiale

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve conten indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.
Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che se determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

99.5.8 Conservazione e maturazione

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo deve avvenire presso il laboratorio prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 ore dopo il confezionamento in canti
Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma UNI EN 12390-2 devono essere opportunamente annotate sul verbale.
I provini di calcestruzzo devono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno due or dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto devono essere opportunamente protetti da essiccamenti. In alcuni particolari casi come nelle prove a tre e sette giorni o minori, è ne l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.
La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

99.5.9 Resoconto della prova di compressione

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dalle norme tecniche, d obbligatoriamente contenere almeno:
- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- un'identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;

- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova e il riferimento al verbale di prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adotta l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Art. 100. Controlli sul calcestruzzo fresco

100.1 Prove per la misura della consistenza

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa, ma sol valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche m prova.

I metodi sottoelencati non risultano pienamente convergenti, tanto che le proprietà del calcestruzz diverse al variare del metodo impiegato. In sostanza, il tipo di metodo andrà riferito al tipo strutturale e alle condizioni di getto. Il metodo maggiormente impiegato nella pratica è quello del dell'abbassamento al cono.

Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:
- prova di abbassamento al cono (slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento.

La UNI EN 206-1 raccomanda di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori mis cadono al di fuori dei seguenti limiti:
- abbassamento al cono: ≥ 10 mm e ≤ 210 mm;
- tempo Vebè: ≤ 30 secondi e > 5 secondi;
- indice di conpattabilità: ≥ 1,04 e < 1,46;
- spandimento: > 340 mm e ≤ 620 mm.

Nelle tabelle seguenti sono indicati le classi di consistenza e i relativi valori delle prove secondo guida sul calcestruzzo strutturale.

Tabella 125.1 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassam cono (Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Abbassamento [mm]	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	-

Tabella 125.2 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebè (Linee guida calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Tempo Vebè [s]
V0	≥31
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

Tabella 125.3 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spand
(Linee guida sul calcestruzzo strutturale)

Classe di consistenza	Spandimento [mm]
FB1	≤ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

Tabella 125.4 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compat
(Linee guida sul calcestruzzo strutturale)

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	≥ 1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

100.2 Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova prevista dalla norma UNI 6393 (ritirata senza sostituzione), è impiegata per la determinazione d dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco, al fine di contr composizione del calcestruzzo fresco rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattua specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non sodd per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato sup mm e per il calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da auto deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere secondo le modalità prescritte dalla UNI EN 12350-1.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa

100.3 Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (UNI 7122) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua ess unità di superficie: cm^3/cm^2) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo su dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con dimensione massima di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo devono essere eseguit risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

Art. 101. Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera

101.1 Le finalità

Le nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) prevedono esplicitamente (11.2.5) l'effettuazione di un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla res caratteristica a compressione prescritta. Qualora i valori di resistenza a compressione dei provini durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica pre progetto, o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo, è facoltà del direttore dei lavori r l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi, si dovrà tenere nel debito conto

che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo. Per tale r
verifica o il prelievo del calcestruzzo indurito non possono essere sostitutivi dei controlli d'accetta
eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme UNI.
La conformità della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabil
altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera. Analogamente, la non conform
resistenza valutata in una posizione non implica la non conformità di tutto il calcestruzzo messo in
La stima della resistenza *in situ* dalla struttura può essere richiesta anche ai fini della valutazione de
sicurezza di edifici esistenti, per esempio quando ricorra uno dei seguenti casi:
- riduzione evidente della capacità resistente di elementi strutturali;
- azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resis
struttura;
- degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (in relazione alla durab
materiali stessi);
- verificarsi di azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) significative e di situazioni di funzionar
uso anomalo;
- distorsioni significative imposte da deformazioni del terreno di fondazione;
- provati errori di progetto o esecuzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa d
variabili;
- interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di ridistribuzione degli spazi, ecc.) qua
interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale.
Le modalità d'indagine, ovviamente, sanno diversificate a seconda che sia necessario:
- stimare la stabilità di un'intera struttura;
- determinare la qualità di singoli elementi;
In ogni caso, il numero di campioni prelevati dipende:
- dal grado di fiducia che si intende affidare alla stima della resistenza;
- dalla variabilità dei dati o risultati che si presume di ottenere.

101.2 Pianificazione delle prove in opera

Le regioni di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove
calcestruzzo in opera, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza
della struttura o di una sua parte interessata all'indagine, secondo i criteri previsti dalla norma UNI EN
13791.
Le aree e i punti di prova devono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agl
La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il n
prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in r
prova di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statis
e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.
Nella scelta delle aree di prova si deve tener conto che, in ogni elemento strutturale eseguito
continuo, la resistenza del calcestruzzo in opera diminuisce progressivamente dal basso verso l'alto
in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura, le regioni di prova devono essere co
nelle zone più sollecitate dell'edificio. Nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno,
le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si sup
avvenuto. In quest'ultimo caso, per poter effettuare un confronto, è opportuno saggiare anche una zona
danneggiata.

101.3 Predisposizione delle aree di prova

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che verrà eseguita, facendo
riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche UNI, e alle indicazioni del produttore
dello strumento di prova.

In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive di evidenti possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse (vespai, vuoti, occlusioni, ecc.), d estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ecc.), nonché di polvere e impurità in gener L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie deve essere registrata s di prelievo e/o di prova.
In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova possono essere localizzati in modo puntuale, per valutare le proprietà di un elemento oggetto di indagine, oppure distribuiti per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.
In quest'ultimo caso, il campionamento dovrebbe essere organizzato in modo da stimare tutta la p del calcestruzzo costituente il lotto.
Dal numero di carote estratte o di misure non distruttive effettuate, dipende la significatività della s resistenza.
La tabella 126.1 riporta, in maniera sintetica e a scopo esemplificativo, i vantaggi e gli svantaggi d d'indagine più comuni.

Tabella 126.1 - Vantaggi e svantaggi dei metodi di indagine più comuni

Metodo di prova	Costo	Velocità di esecuzione	Danno apportato alla struttura	Rappresentatività dei dati ottenuti	Qualità della correlazione tra la grandezza misurata e la resistenza
Carotaggio	Elevato	Lenta	Moderato	Moderata	Ottima
Indice di rimbalzo	Molto basso	Veloce	Nessuno	Interessa solo la superficie[1]	Debole
Velocità di propagazione dei ultrasuoni	Basso	Veloce	Nessuno	Buona (riguarda tutto lo spessore)	Moderata[2]
Estrazione di inserti	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Buona
Resistenza alla penetrazione	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Moderata

[1] La singola determinazione è influenzata anche dallo stato della superficie (presenza di umidità, carbonatazione, ecc.).
[2] La misura si correla bene con il modulo elastico del materiale. La correlazione tra modulo elastico e resistenza meccanica può dipendere dalle caratteristiche del conglomerato.

I metodi più semplici e che arrecano il minor danno alle superfici delle strutture, quali l'indice di rim la velocità di propagazione, richiedono, per la predizione della resistenza, calibrazioni complesse. L mediante carotaggio, invece, non richiede (questa) correlazione per l'interpretazione dei dati ma, per contro provoca un danno elevato ed è lenta e costosa. Il carotaggio è, comunque, il metodo di riferimento p calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi. Nella scelt metodologia si deve tener conto delle specifiche capacità e caratteristiche.
L'indice di rimbalzo permette di valutare le caratteristiche anche dopo breve periodo di maturazio risultato riguarda solo la superficie esterna.
La velocità di propagazione, generalmente, operando per trasparenza, richiede l'accessibilità di due opposte e fornisce indicazioni sulla qualità del conglomerato all'interno della struttura.
La misura della resistenza alla penetrazione e della forza di estrazione caratterizzano la superfici (più in profondità dell'indice di rimbalzo). La prima è più idonea a saggiare elementi di grosse dime seconda è più adatta anche ad elementi di ridotte dimensioni. La numerosità dei punti di pro compromesso tra accuratezza desiderata, tempo d'esecuzione, costo e danno apportato alla struttu
A titolo esemplificativo, la tabella 126.2 riporta alcune indicazioni circa i valori tipici di riferimento variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova. tabella riporta un'indicazione di massima riguardante il numero minimo di prove da effettuare specifica area di prova.

Tabella 126.2 - Valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima resistenza ottenibili con diversi metodi di prova

Metodo di prova	Coefficiente di variazione dei valori ottenuti su un elemento strutturale buona qualità [%]	Limiti di confidenza [±%] al 95% nella di stima della resistenza	Numero di prove o di campioni relativo ad un'area di prova
Carotaggio	10	10	3
Indice di rimbalzo	4	25	12
Velocità di propagazione	2,5	20	1
Resistenza alla penetrazione	4	20	3
Forza d'estrazione	15	15	9

101.4 Elaborazione dei risultati

Un'indagine mirata alla stima della resistenza in opera comporta genericamente l'esame di r provenienti da prove di resistenza meccanica su carote e/o di dati ottenuti da metodi non distrut numerosità (complessiva) dei risultati relativi ad un'area di prova è pari a tre, numero minimo acce può stimare solamente la resistenza media.

Si ribadisce che per stimare la resistenza caratteristica del calcestruzzo in opera bisogna fare rifer procedimento previsto dalla norma UNI EN 13791, paragrafi 7.3.2 e 7.3.3. nel caso di utilizzo di metodo diretto (carotaggio) o paragrafo 8.2.4. nel caso di utilizzo di metodo indiretto.

101.5 Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo in opera può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) dalle strutture in numero non inferiore a tre. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effe maniera tale da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori devono essere ripristinati c espansive e a ritiro compensato.

Il carotaggio può risultare improprio per verificare le caratteristiche di calcestruzzo di classe resistenza inferiore a 20 N/mm^2) o alle brevi scadenze, poiché sia il carotaggio sia la lavorazione delle superfici possono sgr compromettere l'integrità del conglomerato di resistenza ridotta.

Ai fini della determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, è necessario applicare i fattori di correzione necessari, poiché i risultati forniti dalla prova a compressione delle caro corrispondono esattamente a quelli che si otterrebbero con le prove a compressione condotte confezionati durante il getto, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione, della direzione rispetto a quella di carotaggio, dei danni prodotti dall'estrazione, ecc. I fattori di influenza son descritti dall'allegato A alla norma UNI EN 13791.

101.5.1 Linee generali

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli a diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e il diametro deve essere ug mm. Occorre evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere ese provini umidi;

- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzz dalla posizione o giacitura del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compress planarità e l'ortogonalità delle superfici d'appoggio. La lavorazione o preparazione inadeguata dei porta, infatti, a risultati erronei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova può non so requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme.

101.5.2 Area di prova o di prelievo

Le carote devono essere prelevate nell'individuata regione di prova e, in particolare, in corrisponde elementi strutturali nei quali è stato posto in opera il calcestruzzo non conforme ai controlli di accet laddove il direttore dei lavori ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compatta maturazione dei getti.
Nell'individuazione delle aree di carotaggio devono essere rispettati determinati accorgimenti, oltr indicati dalla norma UNI EN 12504-1.
Le aree di carotaggio devono:
- essere lontane dagli spigoli e dai giunti in cui è presente poca o nessuna armatura;
- riguardare zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilir disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- essere lontane dalle parti sommitali dei getti;

Devono, inoltre, essere evitati i nodi strutturali.
L'estrazione dei provini di calcestruzzo indurito deve avvenire almeno dopo 28 giorni di stagionatur
In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contenga estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

101.5.3 Norme di riferimento

Le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative di prova a compressione sono quelle descritte nelle seguenti norme:
UNI EN 12504-1 *Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione*;
UNI EN 12390-1 *Prova sul calcestruzzo indurito. Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme*;
UNI EN 12390-2 *Prova sul calcestruzzo indurito. Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza*;
UNI EN 12390-3 *Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza alla compressione dei provini;*
UNI EN 13791 *Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo*.

101.5.4 Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito

Il verbale di prelievo dei campioni di calcestruzzo indurito, redatto secondo la norma UNI EN 12504 contenere almeno le seguenti indicazioni:
- località e denominazione del cantiere;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- forma e dimensione dei provini;
- numero e sigla di ciascun campione;
- data del getto;
- data del prelievo delle carote;
- modalità di estrazione e utensile impiegato.

101.6 Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera

Come metodi indiretti devono essere presi in considerazione i metodi più consolidati nella pratica de non distruttivi, ovvero indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione.

I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) rispettare le linee guida della norma UNI EN 13791, mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote prelevate dalla struttura in esame. Il caro metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente d

La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti ad indagine non distruttiva prima della lor

Il direttore dei lavori deve condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti, al programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del v calcestruzzo in esame, ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia definire statisticamente l'omogeneità del calcestruzzo.

I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B della norma UNI EN 13791.

101.6.1 Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, mediante metodi non distrut basarsi sull'impiego di correlazioni tra il parametro non distruttivo proprio del metodo impiega resistenza a compressione del calcestruzzo in esame mediante prove su carote, come prescritto d UNI EN 13791. I metodi indiretti, dopo la calibrazione mediante prove su carote, possono essere impi

- singolarmente;
- in combinazione con altri metodi indiretti;
- in combinazione con altri metodi indiretti e diretti (carote).

Le curve di correlazione fornite a corredo delle apparecchiature di prova non risultano, nella gener casi, del tutto adeguate, poiché il loro sviluppo è basato sull'uso di determinati tipi di calcestru prefissate condizioni di prova. L'andamento della legge di correlazione può essere assunto predet ciascun metodo di indagine, a meno di costanti che possono essere determinate utilizzando un ca carote di adeguata numerosità, sottoposte ad indagine non distruttiva prima della loro rottura. E essenziale predisporre tavole di calibrazione per il tipo specifico di calcestruzzo da sottoporre utilizzando i risultati delle prove su carote portate a rottura dopo l'esecuzione sulle stesse di prove oltre a quelle eseguite in opera nello stesso punto di estrazione della carota stessa.

È opportuno che le carote utilizzate per la calibrazione siano non meno di tre. I valori numerici delle che precisano l'andamento delle leggi di correlazione possono essere ottenuti applicando tecn minimizzazione degli errori.

101.6.2 Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro

La misurazione dello spessore del copriferro delle armature e l'individuazione delle barre di ar possono essere effettuate utilizzando dispositivi denominati *ricoprimetri* o *pacometri*.

101.7 Stima della resistenza del calcestruzzo in opera

La resistenza dei provini estratti per carotaggio generalmente è inferiore a quella dei provini pr preparati nel corso della messa in opera del calcestruzzo e stagionati in condizioni standard.

Le nuove norme tecniche per le costruzioni hanno quantificato l'entità di tale differenza, riconduci caratteristiche del materiale, alle modalità di posa in opera, di stagionatura e di esposizione, n accettabile un calcestruzzo il cui valore medio di resistenza a compressione ($R_{c,opera,m}$), determinato con tecniche opportune (carotaggi e/o controlli non distruttivi), sia almeno superiore all'85% del valo della resistenza di progetto ($R_{c,progetto,cm}$):

$$R_{opera,\,m} \geq 0{,}85\,R_{progetto,cm}\ (\mathrm{N/mm^2})$$

Alla necessità di effettuare correttamente la stima delle condizioni al contorno, caratteristiche di opera, e di garantire adeguatamente la normalizzazione delle procedure di prova, indispensabi riproducibilità e la ripetibilità dei risultati sperimentali, si aggiunge l'esigenza di definire correttar valore, indicato dalle norme tecniche, da assumere per la resistenza media di progetto $R_{progetto,cm}$.
Il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera deve essere eseguito in conformità alla norma UNI EN 13791 che stabilisce il passaggio dalla resistenza caratteristica cubica di progetto R_{ck} alla resistenza caratteristica cilindrica di progetto f_{ck} con la seguente relazione:

$$f_{ck} = 0{,}85\,R_{ck}\ (\mathrm{N/mm^2})$$

Al punto 6, tabella 1, della stessa norma, sono riportati per ciascuna classe di resistenza i valori ca minimi accettabili. La $R_{opera,ck}$ deve essere determinata secondo il punto 7 della stessa norma UNI EN 13791 che prevede un controllo di tipo statistico nel caso in cui la numerosità dei prelievi sia maggio (Approccio A, p. 7.3.2), e un controllo alternativo nel caso di una minore numerosità dei prelievi (A B, p. 7.3.3.). In sintesi, si dovrà confrontare:

$$R_{opera,ck} \geq 0{,}85\,R_{progetto,ck}\ (\mathrm{N/mm^2})$$

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al punto norma UNI EN 13791.

101.7.1 La non conformità dei controlli d'accettazione

Le indagini per la valutazione del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei co d'accettazione, dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma UNI EN 13791.

1) In una regione di prova comprendente diversi lotti di calcestruzzo con 15 o più risultati di prove se $f_{opera,m} \geq 0{,}85\,f_{progetto,ck} + 1{,}48\,s$) e $f_{opera,\,min} \geq 0{,}85\,f_{progetto,ck} - 4$)

dove
$f_{progetto,ck}$ = resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo prevista in progetto
$f_{opera,m}$ = valore medio delle resistenza a compressione delle carote
$f_{opera,min}$ = valore minimo di resistenza a compressione delle carote
s = scarto quadratico medio dei risultati sperimentali (se il valore di s è inferiore a 2 N/mm^2 si assume pari a 2 N/mm^2),
il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di resistenza sufficiente e conforme a EN 206-1.

2) In alternativa, previo accordo tra le parti, qualora fossero disponibili 15 o più risultati di prove in risultati di almeno due carote prelevate da elementi strutturali, per i quali i risultati sui ca convenzionali avevano fornito valori di resistenza più bassi, se $f_{opera,min} \geq 0{,}85\,f_{progetto,ck} - 4$), il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

3) In una piccola regione di prova contenente pochi lotti di calcestruzzo, al limite uno, il direttore deve ricorrere all'esperienza per selezionare l'ubicazione dei due punti di prelievo delle carote, e se $f_{opera,min} \geq 0{,}85\,f_{progetto,ck} - 4$), il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza Se la regione di prova è ritenuta contenente calcestruzzo di resistenza adeguata, è conforme popolazione calcestruzzo al quale è riferito il controllo.

Art. 102. Consolidamenti di edifici in cemento armato

102.1 Incamiciatura in cemento armato

Le camicie in cemento armato possono essere applicate a pilastri o a pareti per conseguire tutti o seguenti obiettivi:
- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità deformativa;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Lo spessore delle camicie deve essere tale da consentire il posizionamento di armature longit trasversali con un copriferro adeguato.
Nel caso che la camicia non avvolga completamente l'elemento, è necessario mettere a nudo le nelle facce non incamiciate, e collegare a queste ultime le armature delle facce incamiciate.
Se le camicie servono ad aumentare la resistenza flessionale, le barre longitudinali devono attra solaio in apposite forature continue, ed essere ancorate con adeguata staffatura alle estremità d inferiore e superiore.
Se le camicie servono solo per aumentare la resistenza a taglio e la deformabilità, o anche a m l'efficienza delle giunzioni, esse devono fermarsi a circa 10 mm dal solaio.
Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati, sono accet seguenti ipotesi semplificative:
- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vec nuovo;
- si trascura il fatto che il carico assiale è applicato alla sola porzione preesistente dell'elemen considera che esso agisca sull'intera sezione incamiciata;
- le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione.

Incamiciatura in acciaio

Le camicie in acciaio possono essere applicate principalmente a pilastri o a pareti per conseguir alcuni dei seguenti obiettivi:
- aumento della resistenza a taglio;
- aumento della capacità deformativa;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione;
- aumento della capacità portante verticale (effetto del confinamento).

Le camicie in acciaio applicate a pilastri rettangolari sono generalmente costituite da quattro profili sui quali vengono saldate piastre continue in acciaio o bande di dimensioni e interasse adeguati vengono avvolti nastri in acciaio opportunamente dimensionati. I profili angolari possono essere fi resine epossidiche, o semplicemente resi aderenti al calcestruzzo esistente. Le bande posso preriscaldate prima della saldatura e i nastri presollecitati, in modo da fornire successivamente una di confinamento.

102.1.1 Miglioramento della giunzioni per aderenza

Le camicie in acciaio possono fornire un'efficace azione di serraggio nelle zone di giunzione per ac Per ottenere questo risultato occorre che:
- la camicia si prolunghi per una lunghezza pari almeno al 50% della lunghezza della zo sovrapposizione;
- nella zona di sovrapposizione la camicia è mantenuta aderente in pressione contro le facce dell' mediante almeno due file di bulloni ad alta resistenza;

- nel caso in cui la sovrapposizione sia alla base del pilastro, le file di bulloni devono essere dispost
sommità della zona di sovrapposizione, e l'altra ad un terzo dell'altezza di tale zona misurata a pa
base.

102.2 Placcatura e fasciatura in materiali fibrorinforzati (FRP)

L'uso del FRP nel rinforzo sismico di elementi in cemento armato è finalizzato agli obiettivi seguenti:
- aumento della resistenza a taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce di FRP con fibre
disposte secondo la direzione delle staffe;
- aumento della duttilità e/o della resistenza nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatu
con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura co
fibre continue disposte lungo il perimetro.
Ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rafforzati con FRP si possono adottare le istruzioni
200/04.

Iniezioni con miscele leganti

Le iniezioni sotto pressione di materiali (miscele cementizie e di resine) di opportuno modulo elast
spiccate proprietà di aderenza al calcestruzzo e all'acciaio, possono essere usate soltanto per la ris
lesioni la cui apertura non superi i 3-4 mm.
L'impiego di resine migliora la resistenza sia a compressione che a trazione. Il materiale si presta
essere usato per iniezioni, anche mescolato con inerti fini. In funzione di molti fattori, fra cui anche
inerti, si ottengono moduli elastici molto variabili (da 20 a 1.000 kg/mm², valori simili a quelli del calcestruzzo
ordinario).
Le caratteristiche finali delle miscele dipendono sensibilmente, tra l'altro, dalle condizioni amb
(temperature e umidità) nelle quali avviene la loro maturazione. Pertanto, è raccomandabile che
delle modalità di preparazione tenga conto delle effettive condizioni ambientali prevedibili e
provveda, in sede di esecuzione, al controllo delle condizioni stesse, eventualmente con misuraz
temperatura e dell'umidità.
Le risarciture di lesioni localizzate di piccola entità possono essere effettuate con miscele prevalent
resine con viscosità e pressioni dipendenti dalle ampiezze delle stesse. Si raccomanda di usare pre
troppo elevate per non indurre stati di coazione eccessivi nell'elemento iniettato. Si sconsigliano in
resina per lesioni rilevanti per evitare eccessivi riscaldamenti prodotti dalla polimerizzazione della m
Le operazioni da effettuare sono:
- pulizia della polvere o dalle altre impurità delle superfici danneggiate con l'eliminazione del m
disgregato;
- pulizia in profondità con aria o acqua in pressione;
- sigillatura delle lesioni con stucco o intonaco e predisposizione di tubicini di ingresso della r
costituita generalmente da resina pura o debolmente caricata.
La tecnica descritta è, altresì, da evitare nel caso di lesioni molto piccole (per esempio attorno al
millimetro), perché l'iniezione diventa difficoltosa e richiede pressioni elevate, con esito incerto e p
di effetti negativi difficilmente controllabili sulle parti di struttura lesionate. In questi casi si raccon
non fare affidamento sul completo ripristino della continuità dell'elemento fessurato, ma soltanto
percentuale cautelativa che tenga conto, appunto, della probabile presenza di lesioni e distacchi non

Ripristino localizzato con conglomerati

Nel caso di lesioni di apertura superiore ai 3-4 mm ovvero quando il calcestruzzo si presenta fo
degradato o frantumato, si può ricorrere al ripristino dell'elemento danneggiato mediante il getto lo
di conglomerato, che potrà essere, a seconda dei casi, di tipo ordinario, di tipo additivato con
proprietà di aderenza al preesistente calcestruzzo e alle armature di tipo spruzzato (gunite, spritzb
adoperabile soltanto su nuclei integri e per spessori non eccessivi, e del tipo composto da resine.

Qualsiasi intervento deve essere preceduto dalla scarificazione nel calcestruzzo con la rimozione d
parti disgregate.
La riparazione con getto di calcestruzzo, ordinario o con additivi, è la più frequente nel caso che s
parziale disgregazione del materiale (eventualmente evidenziabile anche con debole percussione).
Eseguite le occorrenti puntellature o tirantature provvisorie, si deve procedere nella maniera seguen
- eliminazione di tutte le parti disgregate o parzialmente espulse, ponendo attenzione a non dann
armature presenti;
- eventuale iniezione della parte messa a nudo;
- pulizia della superficie con aria compressa e lavaggio. Se si rende necessario l'inserimento d
armature, dopo l'operazione indicata al primo punto, si prosegue con le operazioni appresso elencat
- messa in opera di nuove armature mediante saldatura alle preesistenti e semplice legatura con sp
barre infilate in fori trapanati nella parte di calcestruzzo indenne (successivamente iniettati). Que
intervento è da effettuare quando non si ritenga sufficiente per il collegamento tra vecchio e nuov
aderenza del calcestruzzo o la resistenza dell'adesivo spalmato prima del getto;
- posizionamento dei casseri e loro eventuale contrasto;
- eventuale spalmatura di adesivo tra vecchio calcestruzzo e nuovo getto;
- esecuzione del getto di calcestruzzo e di malta, prima che l'eventuale adesivo abbia ini
polimerizzazione. Un'analoga tecnica utilizzabile quando il danno si limita al copriferro o poco d
consiste nell'applicazione di una intonacatura con malta cementizia a ritiro compensato, posta i
mediante spruzzatura.
Questo tipo di applicazione deve essere eseguito per spessori non superiori a 3 cm, ed è conven
riparazione delle pareti di cemento armato. In questo caso, la riparazione si effettua applicando u
strati di rete elettrosaldata e collegando i due strati con barre, spinotti o gabbie staffate passanti a
parete. I collegamenti sono completati iniettando i fori di attraversamento.
Il materiale per la ricostruzione dell'elemento può essere anche malta di resina, con il vantaggio di
resistenza e un'adesione elevate, ma con la possibilità di introdurre una zona con moduli elastici e
generalmente diversi da quelli del calcestruzzo.

Ripristino e rinforzo dell'armatura metallica

Ove necessario, le armature vanno integrate. Particolare cura va posta all'ancoraggio delle nuove a
alla loro solidarizzazione all'elemento esistente.
Il rinforzo può essere realizzato localmente con l'aggiunta di nuove barre, o interessare l'intera stru
l'inserimento di elementi aggiuntivi in cemento armato o in acciaio, resi collaboranti con quelli esis
presenza di pilastri fortemente danneggiati alle estremità, la riparazione deve comportare anche i
delle armature longitudinali e trasversali.
Il getto di completamento può essere eseguito con malta o calcestruzzo a stabilità volumetrica, c
malta o calcestruzzo ordinari, assicurando in ogni caso l'aderenza tra il nuovo e il vecchio calcestruz
Il rinforzo dei nodi trave-pilastro deve assicurare il miglioramento dell'ancoraggio delle armature
continuità meccanica sufficiente a trasmettere gli sforzi massimi sopportabili dalle sezioni di e
interessate, e contenere il conglomerato e le armature nei riguardi della espulsione trasversale,
opportuna staffatura.
Quando i nodi trave-pilastro sono tanto danneggiati da rendere tecnicamente difficile la loro ripara
funzione statica degli elementi strutturali convergenti nei nodi deve essere attribuita ad altri elemen
dell'ossatura.
Per ripristinare l'efficienza di barre ingobbate, occorre un provvedimento diretto di riparazione cost
esempio, da saldatura di spezzoni di barre o di angolari a cavallo del tratto danneggiato e da inse
armature trasversali per ridurre la lunghezza libera di inflessione.
Il caso di un insufficiente o mal disposto ancoraggio delle barre dei pilastri si può risolvere con a
saldate passanti entro fori praticati attraverso i nodi, e successivamente ricoperti con malta cement
compensato o epossidica e/o con iniezioni di resina. Nuove barre possono essere saldate anche in

inflessi a cavallo delle sezioni danneggiate per difetto di armature longitudinali, con adeguato prolun
per l'ancoraggio.
In elementi sottoposti a forze di taglio e nei nodi dei telai possono essere applicate staffe o collari
possibile perpendicolari alla lesione. Le armature vanno, poi, protette da intonaco cementizio
compensato.
In ogni caso, gli ancoraggi delle barre e le loro giunzioni mediante saldatura sono migliora
confinamento realizzato da una fitta armatura trasversale che avvolga la zona trattata.
Per l'acciaio in barre, quando ne sia previsto il collegamento alle armature esistenti tramite sald
raccomanda di controllare la saldabilità sia di quelle esistenti che di quelle aggiuntive, o meglio la ca
sopportare l'unione senza divenire fragili.

Provvedimenti per le strutture di fondazione
Il consolidamento delle fondazioni può, in genere, conseguirsi con:
- la costruzione, ove possibile, di travi in cemento armato per il collegamento dei plinti nelle due d
guisa da realizzare un reticolo orizzontale di base;
- la costruzione di setti in cemento armato al livello di primo interpiano, così da costruire nel suo c
una struttura scatolare rigida;
- l'approfondimento delle strutture fondali mediante pali di piccolo o medio diametro, fortemente ar
- l'allargamento della base d'appoggio mediante sottofondazione in cemento armato, oppure me
costruzione di cordolature laterali in cemento armato;
- rinforzi localizzati delle strutture di fondazione (fasciature in acciaio o in cemento armato preso
cerchiature, ecc.).
Nei casi in cui l'intervento consista nel ripristinare strutture cementizie per porzioni o tratti d
considerevoli, può essere usato calcestruzzo ordinario, che abbia resistenza e modulo elastico n
diversi da quelli del calcestruzzo esistente. L'aderenza del getto all'elemento da riparare può
migliorata mediante l'applicazione di uno strato adesivo.
Per conciliare le esigenze di elevata resistenza e buona lavorabilità dei getti, può essere opport
additivi fluidificanti (che in genere migliorano anche l'adesione al materiale preesistente).
Idoneo, in generale, è anche l'uso di calcestruzzi o malte con additivi che realizzano un'esp
volumetrica iniziale capace di compensare o addirittura di superare il ritiro.
Questo accorgimento permette di creare modesti stati di coazione, benefici per l'inserimento dei n
È, peraltro, essenziale utilizzare casseri contrastanti.

102.3 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo
L'idoneità di agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o ori
oggetto di prove o danneggiate, dovrà essere verificato con le seguenti prove:
- adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento;
- adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.

NORMA DI RIFERIMENTO
UNI EN 1799 - *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Prove per misurare l'idoneità degli agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo*.

Art. 103. Prove di carico sui pali di fondazione

103.1 Prove di verifica in corso d'opera
Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per:
- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;

- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizza verifiche SLE.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'o grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, il numero di prove non deve essere in

- 1, se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- 2, se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- 3, se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- 4, se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- 5, se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero più prossimo al valore 5 + n/500, se il palo è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinam tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% de

Le prove di carico dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'i esecutrice.

La direzione dei lavori dovrà, in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali op prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per nessun motivo il palo potrà essere caricato dell'inizio della prova, che potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente palo abbia raggiunto la stagionatura prescritta per il calcestruzzo.

103.2 Preparazione dei pali da sottoporre a prova

L'appaltatore ha l'onere della preparazione dei pali da sottoporre a prova di carico media regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del calcestrzzo e messa a nudo del fusto per un 50 cm. Successivamente, sul palo deve essere realizzato un dado di calcestruzzo armato, di sezion di quella del palo, per l'appoggio del martinetto. L'esecuzione della prova deve avere inizio stagionatura del calcestruzzo, per evitare eventuali deformazioni plastiche durante l'applicazione de L'appaltatore ha anche l'onere di predisporre la struttura di contrasto per l'esecuzione della prova c secondo le indicazioni del laboratorio ufficiale incaricato.

Per la prova di carico verticale, la struttura di contrasto per il martinetto idraulico e il palo dev costituta preferibilmente da un cassone zavorrato. Le basi di appoggio del cassone devono sufficientemente distanti dal palo di prova (preferibilmente 2 m) per evitare spinte passive sul pa del terreno caricato dagli appoggi.

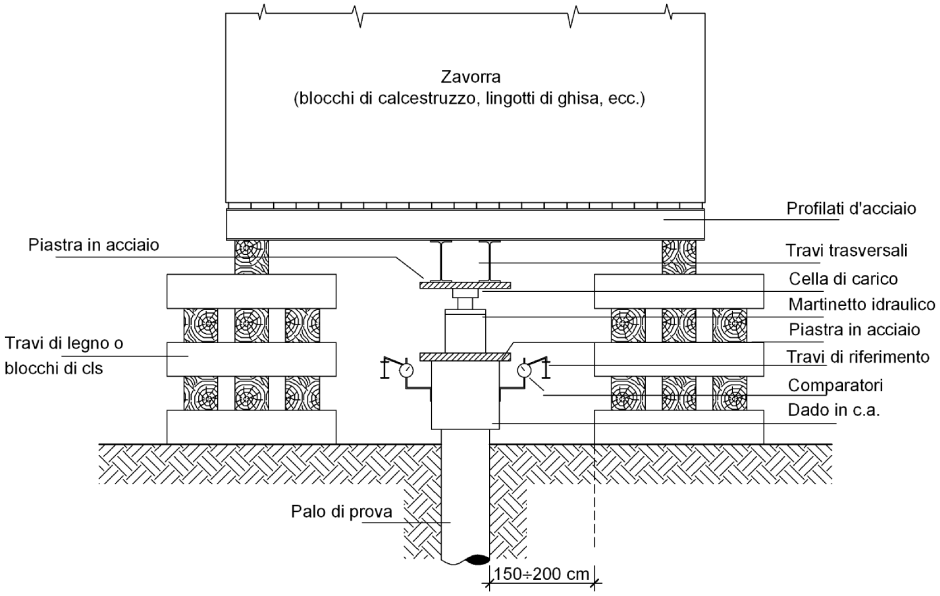


Figura 128. 1 - Schema di applicazione del carico di prova su palo di fondazione con cassone za

103.3Prove di carico verticali

Le prove di carico verticali permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall'applicazione di u verticale sulla testa del palo. I risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti della testa del palo, pertanto la prova deve essere limitata nel tempo dallo stabilizzarsi dei valori ri La direzione dei lavori deve individuare il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova in co ai limiti stabiliti dalle nuove norme tecniche per le costruzioni.

I pali soggetti a prova di carico assiale, a discrezione della direzione dei lavori, potranno essere anche a controlli non distruttivi.

La determinazione del carico limite deve essere ottenuta impiegando almeno tre metodi:

- metodo Davisson;
- metodo Chin;
- metodo Brinch Hansen.

103.3.1 Presentazione dei risultati

I risultati della prova di carico su palo di fondazione devono essere presentati con i seguenti diagran

- carico/cedimento;
- tempo/carico;
- tempo/cedimento.

Ai suddetti diagrammi si aggiunge la relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha la prova di carico.

103.3.2 Verbale di prova di carico su palo di fondazione

Il verbale di prova di carico su pali di fondazione deve contenere i seguenti dati:

- individuazione e caratteristiche costruttive delle opere;
- data e ora della prova;
- localizzazione del palo su cui è stata effettuata la prova di carico;
- descrizione della struttura di prova (struttura di contrasto, di sostegno laterale, travi portam martinetti, celle di carico, ecc.);
- descrizione dell'eventuale strumentazione collocata all'interno del palo;
- curve di taratura degli strumenti utilizzati;

- grafici e tabelle per la visualizzazione dei risultati della prova.

Controlli d'integrità dei pali di fondazione

103.4 Criteri generali

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati dei controlli di integri verificare almeno:
- la lunghezza;
- la sezione trasversale;
- la discontinuità.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve i almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di due pali.
Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ($d \geq 80$ cm), il controllo dell'integrità deve essere effettuato s tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a quattro.
I controlli di integrità dovranno essere eseguiti da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'i esecutrice. Sui pali con riscontrati difetti esecutivi dovranno essere eseguiti ulteriori controlli distruttivi) per le successive determinazioni della stazione appaltante.

103.5 Prove di eco sonico

La prova di eco sonico (o della risposta impulsiva) è una prova a basse deformazioni che dev impiegata per verificare la continuità o eventuali anomalie del palo (variazioni di sezioni, interruzioni, giunzioni di prefabbricati non eseguite correttamente, ecc.).
Il controllo è applicabile a pali di fondazione isolati (specialmente di tipo prefabbricato e battuto) trivellati in terreni coerenti.
La prova consiste nel sollecitare la testa del palo – resa libera allo scopo svincolandola dalle str fondazione (travi, plinti, platee, solette) o dal magrone – con una forza impulsiva assiale tale da onde di compressione assiale, mediante l'impiego di un martello in nylon, valutando la risposta in t velocità o spostamento nel tempo. Il segnale di risposta o segnale riflesso, rilevato med accelerometro posizionato anch'esso sulla testa del palo, viene depurato da eventuali componenti opportunamente amplificato per meglio interpretare i segnali di eco.
La lunghezza del palo oggetto di controllo, o la distanza di una discontinuità dalla testa del palo determinata dalla relazione $L = \frac{1}{2} V \cdot t$, dove L è la lunghezza del palo, V la velocità delle onde longitudinali all'interno del calcestruzzo e t il tempo di ritardo rispetto all'istante in cui l'impulso viene trasmesso al pa

103.6 Prova di ammettenza meccanica verticale

La prova di ammettenza meccanica verticale è una prova a basse deformazioni che consente di ve geometria del palo (lunghezza, variazioni della sezione, ecc.), il vincolo d'interfaccia laterale e il incastro alla base, nonché la rigidezza elastica del sistema palo terreno.
La prova utilizza tecniche di sollecitazione dinamica applicate alla testa del palo, che dovrebbe ess e accessibile.

103.7 Metodo Cross-hole

Per l'esecuzione del controllo Cross-hole devono essere inseriti nei pali indicati dalla direzione dei dal progetto esecutivo, prima del getto di calcestruzzo, un certo numero di tubi metallici o in plastico pesante (3 per pali di grosso diametro) del diametro interno minimo di 35 mm e di lunghezza pari a quella del palo, fissati alla gabbia dell'armatura metallica in modo che risultino opportun

distanti e paralleli e in posizione verticale. I tubi di plastica non devono subire danneggiamenti d
collocazione della gabbia d'armatura e durante il getto di calcestruzzo, per non pregiudicare il contro
Il direttore dei lavori ha facoltà di eseguire la prova in pali già realizzati ma con tubi non prec
realizzando i fori mediante carotaggio meccanico.
Con metodo Cross-hole è possibile indagare soltano la porzione di calcestruzzo compresa tra le d
Le informazioni che si ottengono riguardano le caratteristiche del getto di calcestruzzo; in partic
presenza di fratture, vuoti, strutture a nido d'ape, inclusioni di terreno, variazioni nette di qu
calcestruzzo, ecc.

103.8 Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio deve essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità d
consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e, se richiesto, del sedime d
Allo scopo devono essere impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametr
minimo pari a 60 mm.
Nel corso della perforazione devono essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglom
discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le p
di carotaggio e le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.
Su alcuni spezzoni di carota devono essere eseguite anche prove di laboratorio atte a det
caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.
Al termine del carotaggio si deve provvedere a riempire il foro mediante boiacca di cemento imm
fondo foro.
Il carotaggio deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale, quando richiesto della direzione dei
corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni ripo
presente capitolato.

103.9 Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'am
primi 4-5 m di palo di fondazione.
Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua, e reso ac
all'ispezione visiva.
Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali d
il ripristino della situazione primitiva.
Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'impresa, in corrispondenza di quei pali ove s
manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato e alle disposiz
direzione dei lavori.

Art. 104. Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio

104.1 Generalità

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:
- esame visivo;
- controllo chimico che accerti la composizione dei materiali;
- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo
previsto dalla norma UNI 10011 (CNR tirata senza sostituzione);
- controllo della corretta esecuzione delle saldature.
Tali controlli devono essere eseguiti da laboratori ufficiali per evitare contestazioni da parte dell'app

104.2 Qualificazioni del personale e dei procedimenti di saldatura

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.
Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 15614-1.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 287-1 – *Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai* ;
UNI EN 1418 – *Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici* ;
UNI EN ISO 15614-1 – *Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura. Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel.*

104.3 Controllo di qualità delle strutture saldate

Il controllo delle saldature e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispond
qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali. Il direttore dei lavori potà fare rife
alla norma UNI EN 12062.
Il controllo delle saldature deve avvenire nelle seguenti fasi:
- verifiche e prove preliminari;
- ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;
- controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata *controllo diretto delle saldature*. Con il controllo diretto, invece, si procede alla verifica o al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

104.4 Controlli non distruttivi

Le saldature devono essere sottoposte a controlli non distruttivi finali, per assicurarne la conformità ai livelli di qualità stabiliti dal progettista e dalle norme tecniche per le costruzioni.
L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, essere eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.
Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (per esempio, liquidi pen polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (per esempio, raggi X o gamma o ultrasuoni).
Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità, si potrà fare riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062.
I controlli devono essere certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da operatori qualificati se norma UNI EN 473.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12062 – *Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici* ;
UNI EN 473 – *Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali* .
UNI EN 1713 – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature* ;
UNI EN 1714 – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati* ;
UNI EN 1289 – *Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità* ;
UNI EN 1290 – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature* ;
UNI EN 12062 – *Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici* ;

UNI EN 473 – *Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.*

104.4.1 Metodo ultrasonico

Il metodo ultrasonico consente di rilevare i difetti anche a considerevoli profondità e in parti dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore.
Il paragrafo 11.3.4.5 delle nuove norme tecniche stabilisce che, per giunti a piena penetrazione, s impiegare anche gli ultrasuoni. Per i giunti a T a piena penetrazione, invece, si può impiegare controllo con gli ultrasuoni.
Per evitare contestazioni con l'appaltatore, il personale che esegue i controlli deve essere quali conformità alla norma UNI EN 473, e avere conoscenza dei problemi di controllo relativi ai giunti saldati esaminare.

104.4.1.1 Il volume del giunto da esaminare. La preparazione delle superfici

Si premette che, con riferimento alla norma UNI EN 1714, il volume da esaminare deve comprendere, oltre alla saldatura, anche il materiale base, per una larghezza di almeno 10 mm da ciascun lato del saldatura, oppure il controllo delle zone laterali termicamente alterate.
In generale, la scansione del fascio di onde ultrasoniche deve interessare tutto il volume in esame.
Le superfici oggetto di controllo, e in particolare quelle di applicazione delle sonde, devono essere sostanze che possono interferire con l'accoppiamento (tracce di ruggine, scaglie staccate, sp saldature, ecc.).

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1712 – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità*;
UNI EN 1713 – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature* ;
UNI EN 1714 – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati* ;
UNI EN 583-1 – *Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 1: Principi generali* ;
UNI EN 583-2 – *Prove non distruttive. Esami ad ultrasuoni. Parte 2: Regolazione della sensibilità e dell'intervallo di misurazione della base dei tempi* ;
UNI EN 583-3 – *Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Tecnica per trasmissione* ;
UNI EN 583-4 – *Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 4: Esame delle discontinuità perpendicolari alla superficie* ;
UNI EN 583-5 – *Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 5: Caratterizzazione e dimensionamento delle discontinuità* ;
UNI EN 12223 – *Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Specifica per blocco di taratura n. 1* ;
UNI EN 27963 – *Saldature in acciaio. Blocco di riferimento n. 2 per il controllo mediante ultrasuoni delle saldature*;
UNI EN 473 – *Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.*

104.4.2 Metodo radiografico

Il controllo radiografico dei giunti saldati per fusione di lamiere e tubi di materiali metallici deve eseguito in conformità alla norma UNI EN 435
Il metodo radiografico deve essere usato per il controllo dei giunti saldati a piena penetrazione (11.3.4.5 delle nuove norme tecniche).

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1435 – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati* ;

UNI EN 10246-10 - *Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo radiografico della saldatura dei tubi di acciaio saldati in automatico ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti* ;
UNI EN 12517-1 - *Controllo non distruttivo delle saldature. Parte 1: Valutazione mediante radiografia dei giunti saldati di acciaio, nichel, titanio e loro leghe. Livelli di accettazione* .

104.5 Esecuzione e controllo delle unioni bullonate

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, sc
laminazione e macchie di grasso.
La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco. È ammessa la sempli
meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano comple
eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.
Il serraggio dei bulloni può essere effettuato mediante chiave dinamometrica a mano, con
meccanismo limitatore della coppia applicata, o mediante chiavi pneumatiche con limitatore dell
applicata, tutte tali da garantire una precisione non inferiore al ±5%. Le chiavi impiegate per il serraggio e
nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore a
valore della coppia di serraggio T_s da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione della forza
normale N_s presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0{,}20 N_s \cdot d$$

dove
d è il diametro nominale di filettatura del bullone;
$N_s = 0{,}80 f_{kN} \cdot A_{res}$, essendo A_{res} l'area della sezione resistente della vite e f_{kN} la tensione di snervamento.
La norma CNR UNI 10011 (ritirata senza sostituzione) detta precise regole riguardo le dimensioni
devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, riguardo i materiali impiegati per le ros
piastrine, nonché il modo di accoppiare viti e dadi e il modo in cui devono essere montate le rosett

Tabella 130.1 - Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per v
di bulloni (CNR 10011)

Diametro D [m]	Area resistente A_{res} [mm²]	Coppia di serraggio Ts [N · m]					Forza normale Ts [kN]				
		4,6	5,6	6,6	8,8	10,9	4,6	5,6	6,6	8,8	10,9
12	84	39	48	58	90	113	16	20	24	38	47
14	115	62	77	93	144	180	22	28	33	52	64
16	157	96	121	145	225	281	30	38	45	70	88
18	192	133	166	199	309	387	37	46	55	86	108
20	245	188	235	282	439	549	47	59	71	110	137
22	303	256	320	384	597	747	58	73	87	136	170
24	353	325	407	488	759	949	68	85	102	158	198
27	459	476	595	714	1110	1388	88	110	132	206	257
30	561	646	808	969	1508	1885	108	135	161	251	314

Il serraggio dei bulloni può, inoltre, essere effettuato anche mediante serraggio a mano o con
percussione, fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà, infine, una rotazione al dado
fra 90° e 120°, con tolleranze di 60° in più.

Durante il serraggio, la norma CNR UNI 10011 (ritirata senza sostituzione) consiglia di procedere nel
seguente modo:
- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni pi
del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere e
in uno dei seguenti modi:
- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dad
- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, si allenta il dado
rotazione pari a 60° e poi si riserra, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il d
posizione originale.
Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bull
giunto devono essere controllati.
Il controllo *in situ* deve essere eseguito verniciando in verde i bulloni che risultano conformi, e in
quelli non conformi. Le indagini devono essere condotte redigendo delle tabelle, una per ogni colle
nelle quali devono essere riportate le seguenti caratteristiche:
- valore della coppia di serraggio;
- mancanza del bullone;
- non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc.

Art. 105. Controlli sulle strutture in legno massiccio e lamellare

105.1 Legno strutturale con giunti a dita

Il direttore dei lavori deve acquisire le certificazioni relative alle prove per il controllo di
effettuate dal produttore dell'elemento strutturale in legno lamellare per ciascuna partita di produ
particolare per:
- le prove effettuate sui giunti a dita, effettuate sottoponendo a prova l'intera sezione giuntata e in
alla norma UNI EN 408;
- i valori della resistenza a flessione e della resistenza a flessione caratteristica di ogni singolo giu
(norma UNI EN 385, punto 7.1.4).

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 385 *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione* ;

105.2 Legno lamellare incollato

Il direttore dei lavori deve acquisire le certificazioni relative alle prove per il controllo di
effettuate dal produttore dell'elemento strutturale in legno lamellare per ciascuna partita di produ
particolare per i giunti di testa (UNI EN 386).

I giunti di testa delle lamelle devono essere sottoposte a prove di flessione di piatto in confo
norma UNI EN 385

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 385 *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione* ;
UNI EN 386 *Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione* ;
UNI EN 390 *Legno lamellare incollato. Dimensioni. Scostamenti ammissibili* ;
UNI EN 391 *Legno lamellare incollato. Prova di delaminazione delle superfici di incollaggio* ;
UNI EN 392 *Legno lamellare incollato. Prova di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio* ;
UNI EN 408 *Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche* ;
UNI EN 1193 *Strutture di legno. Legno strutturale e legno lamellare incollato. Determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura* ;
UNI EN 1194 *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici*.

105.3 Legno lamellare incollato giunti a dita a tutta sezione

Si definisce *giunto a dita a tutta sezione* il giunto a dita che attraversa tutta la sezione dell'estremità de elementi strutturali in legno lamellare incollati. Il giunto deve rispettare i requisiti della norma UNI EN 387.

Il direttore dei lavori deve acquisire le certificazioni relative alle prove per il controllo di effettuate dal produttore dell'elemento strutturale in legno lamellare per ciascuna partita di pro (norma UNI EN 387). In particolare, per i giunti a dita a tutta sezione deve acquisire:

- i valori di resistenza a flessione di fianco e di resistenza a flessione caratteristica di una trav (UNI EN 387, punto 5.3);
- le caratteristiche dell'adesivo impiegato (UNI EN 387, punto 5.3);
- lo spessore della superficie di incollaggio;
- il gioco della punta lungo l'intera altezza del giunto dopo la pressione.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 387 – *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione*.

105.4 Prove su capriate per la determinazione della resistenza e del comportamento a deformazione

Il produttore deve fornire i risultati delle prove riguardanti il comportamento alla deformazio resistenza delle capriate soggette al tipo di carico prevedibilmente esercitato in opera. UNI EN 595 norma Le prove con carico uniformemente distribuito possono essere simulate applicando determinat concentrati.

La strumentazione deve essere in grado di applicare e misurare in modo continuo i carichi F con un'accuratezza di ± 3% del carico applicato, oppure, per carichi minori di F_{max}, con un'accuratezza di ± 0,3% di F_{max}.

Le deformazioni, in tutti i punti considerati importanti ai fini dei requisiti di funzionalità della ca devono essere misurate con un'approssimazione di:

- 0,1 mm nella prova di deformazione;
- 1 mm nella prova di resistenza.

Le procedure di carico sono illustrate nel diagramma di figura 1 della Norma UNI EN 595. I carichi di prova non devono generare urti o effetti dinamici sulla capriata.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 595 – *Strutture di legno. Metodi di prova. Prova delle capriate per la determinazione della resistenza del comportamento a deformazione*.

Prove con carico statico

Le prove di carico statico sulle strutture di legno devono essere eseguite in conformità alla norma UNI EN 380 Nel verbale di esecuzione della prova devono essere annotate le condizioni ambientali di temp di umidità relativa. Gli spostamenti lungo la linea elastica devono essere misurati nei punti sta progetto esecutivo, ovvero nei punti ritenuti necessari dal direttore dei lavori per valutare la presta struttura. In ogni caso, deve essere misurato lo spostamento nel punto della struttura dove è previ massimo.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 380 *Strutture di legno. Metodi di prova. Principi generali per le prove con carico statico*.

Art. 106. Prove sugli infissi

106.1 Generalità

Il direttore dei lavori potrà eseguire prove di accettazione su campioni di infissi prelevati casual
cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali.
Sui campioni devono essere effettuate almeno le seguenti prove, alcune specifiche per gli infissi es
- permeabilità all'aria (norma UNI EN 1026);
- tenuta all'acqua (norma UNI EN 1027);
- resistenza al carico del vento (norma UNI EN 12211);
- resistenza all'apertura e alla chiusura ripetuta (norma UNI EN 1191);
- calcolo della trasmittanza termica (norma UNI EN ISO 10077-1;
- isolamento termico (norma UNI EN ISO 12567-1.

I campioni di prova devono essere perfettamente funzionanti e devono essere prelevati in contrado
l'esecutore. La prova deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale.
Le prove, a discrezione della direzione dei lavori, possono essere sostituite da certificati di prove
su serramenti identici a quelli oggetto della fornitura.

106.2 Norme di riferimento

a) prove in laboratorio:

UNI EN 1026 – *Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Metodo di prova* ;
UNI EN 1027 – *Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Metodo di prova* ;
UNI EN 12211 – *Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova* ;
UNI EN 1191 – *Finestre e porte. Resistenza all'apertura e la chiusura ripetuta. Metodo di prova* ;

b)prove di resistenza al fuoco:

UNI EN 1634-1 – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili* ;
UNI EN 1634-3 – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttive. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura* ;

c) trasmittanza termica:

UNI EN ISO 10077-1 – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità* ;
UNI EN ISO 10077-2 – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai* ;
UNI EN ISO 12567-1 – *Isolamento termico di finestre e porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Finestre e porte complete* ;
UNI EN ISO 12567-2 – *Isolamento termico di finestre e di porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Parte 2: Finestre da tetto e altre finestre sporgenti* ;

d) resistenza all'effrazione:

UNI ENV 1628 – *Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico statico* ;
UNI ENV 1629 – *Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico dinamico* ;
UNI ENV 1630 – *Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'azione manuale di effrazione* ;

e) resistenza all'esplosione:

UNI EN 13123-1 *Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Requisiti e classificazione. Tubo da onda d'urto (shock-tube)* ;
UNI EN 13123-2 *Finestre, porte e chiusure oscurant. Resistenza all'esplosione. Requisiti e classificazione. Parte 2: Prova all'aperto* ;
UNI EN 13124-1 *Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Metodo di prova. Tubo da onda d'urto (shock- tube)* ;
UNI EN 13124-2 *Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Metodo di prova. Parte 2: Prova all'aperto*;

f) classificazioni in base alle prestazioni:
UNI EN 12207 *Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Classificazione* ;
UNI EN 12208 *Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Classificazione* ;
UNI EN 12210 *Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Classificazione* .

Capitolo 11
NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 107. Valutazione lavori a corpo e a misura

Per le opere o le provviste a corpo il prezzo convenuto è fisso e invariabile, senza che possa esse dalle parti contraenti alcuna verificazione sulla misura o sul valore attribuito alla qualità di dette provviste. Per le opere appaltate a misura, la somma prevista nel contratto può variare, tanto in pi meno, secondo la quantità effettiva di opere eseguite.

Art. 108. Scavi

108.1 Scavi di sbancamento

Per *scavi di sbancamento* o *sterri andanti*, si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o per la sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la form cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate stradali, ecc. e, in generale, tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.
Gli scavi di sbancamento generale saranno misurati a volume col metodo delle sezioni raggu basandosi sul piano quotato redatto all'inizio lavori e sui disegni di progetto.
Normalmente si considera come perimetro dello scavo la verticale sul filo esterno dei manufatti per In nessun caso verrà misurata la scarpata che viene data alle pareti dello scavo, o eventuali mag dettate dalla necessità di effettuare armature provvisorie, puntellazioni, ecc.

108.2 Scavi a sezione obbligata

Gi scavi a sezione obbligata verranno misurati esclusivamente sulla verticale del filo esterno dei r senza tenere conto dei maggiori volumi di scavo effettuati dall'appaltatore per proprie ragioni opera All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatira o armatura dello scavo stesso.

108.3 Scavi in presenza d'acqua

Si considerano cavi in presenza d'aqua soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.
Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello verrà, perciò, considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. subacquei saranno valutati con un sovraprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione, per tenere co aggottamenti ed esaurimenti dell'acqua presente, con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga op eseguirli.
L'aggottamento delle acque di falda col sistema well-point sarà pagata come indicato nell'elenco p il relativo prezzo di elenco, comprensivo delle punte aspiranti, pompe, mano d'opera, trasporto, opera tubi, fornitura di energia, manutenzione, guardiania, controllo e assistenza nelle 24 ore.

108.4 Oneri aggiunti per gli scavi

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:
- il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi cons anche in presenza d'acqua;
- i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro o a rifiuto, entro i limiti pre elenco prezzi, la sistemazione delle materie di rifiuto, il deposito provvisorio e la successiva ripresa

- la regolazione delle scarpate o delle pareti, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi, secondo definitive di progetto esecutivo;
- le puntellature, le sbadacchiature e le armature di qualsiasi importanza e genere secondo prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizio scomposizioni, le estrazioni e l'allontanamento, nonché gli sfridi, i deterioramenti, le perdite parzia del legname o dei ferri;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie (occorrenti sia per il trasporto delle materie di per la formazione di rilevati), i passaggi, gli attraversamenti, ecc.;
- ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

108.5 Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni devono essere valutati a metro assumendo per la misura di tali lavori una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per maggiorata di 30 cm. Devono essere dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusi quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.
Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate devono essere valutati separatamente a m considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effe cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

Art. 109. Rilevati, rinterri e vespai

109.1 Rilevati

Il volume dei rilevati e dei rinterri deve essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

109.2 Rinterri

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo mi opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi dista gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

109.3 Preparazione del piani di posa dei rilevati

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbus bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non in cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati da asportate, ecc., deve essere compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

109.4 Riempimento con misto granulare. Vespai

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., deve essere metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

Art. 110. Demolizioni, dismissioni e rimozioni

110.1 Demolizione totale o parziale di fabbricati con copertura piana.

Il volume da computare sarà quello, vuoto per pieno, ottenuto moltiplicando la superficie conte perimetro esterno dell'edificio per l'altezza effettiva da demolire misurata tra il piano di calpestio pi il piano di estradosso dell'ultimo solaio. Il volume così conteggiato comprende eventuali sporti presenti, che pertanto non saranno conteggiati separatamente.

110.2 Demolizione totale o parziale di fabbricati con copertura a falde
Per la porzione sino al sottogronda varranno le modalità previste al punto precedente. La p
sovrastante verrà computata in base al volume effettivo.

110.3 Demolizioni di tramezzi
Le demolizioni parziali o totali di tramezzi di spessore non superiore a 15 cm, compresi gli e
rivestimenti, devono essere valutate a metro quadrato, compreso l'onere del trasporto a pubblica d
materiale di risulta.

110.4 Demolizioni di murature
Le demolizioni parziali o totali di murature di spessore superiore a 15 cm, compresi gli ev
rivestimenti, devono essere valutate a metro cubo, compreso l'onere del trasporto a pubblica dis
materiale di risulta.

110.5 Taglio a sezione obbligata di muratura per la realizzazione di vani porte e/o finestre
Il taglio a sezione obbligata di muratura di spessore superiore a 15 cm eseguito con metodi n
meccanici per la realizzazione di vani porta o finestre e simili, compreso l'onere del puntellamento,
bero delle macerie e del loro trasporto a pubblica discarica, deve essere compensato a metro cubo.

110.6 Taglio a sezione obbligata di tramezzi per la realizzazione di vani porta e simili
Il taglio a sezione obbligata di tramezzi di spessore non superiore a 15 cm eseguito con metodi
meccanici per la realizzazione di vani porta e simili, compreso l'onere dell'eventuale puntellam
sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica discarica, deve essere compensato a metro q

110.7 Demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato
La demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato, compres
del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, deve essere compensata a metro cubo d
demolita.

110.8 Demolizioni totali di solaio
Le demolizioni totali di solai di qualsiasi tipo e spessore, compresi gli eventuali pavimenti, e l'o
trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, devono essere valutate a metro quadrato.

110.9 Taglio a sezione obbligata di solaio
Il taglio a sezione obbligata di porzione di solaio, compreso l'onere del taglio della parte di pa
prevista in progetto, del sotto, dello sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica discar
deve essere compensato a metro quadrato.

110.10 Demolizione di controsoffitti
La demolizione di controsoffitti di qualsiasi tipo e natura, compreso l'onere del ponteggio, lo sgom
trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, deve essere compensata a metro quadrato di
demolita.

110.11 Dismissione di pavimenti e rivestimenti
La dismissione di pavimenti e rivestimenti interni quali marmi, piastrelle e simili, compresa la der
dell'eventuale sottostrato e il trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, deve essere co
metro quadrato di superficie dismessa.

110.12 Dismissione di lastre di marmo per soglie, davanzali di finestre, ecc.
La dismissione di lastre di marmo per soglie, davanzali di finestre, rivestimenti di gradini e simili, c
la rimozione dello strato di malta/collante sottostante, lo sgombero dei detriti e il trasporto del m
risulta a pubblica discarica, deve essere compensata a metro quadrato di superficie dismessa.

110.13 Rimozione di infissi
La rimozione di infissi interni o esterni, compreso mostre, telai, falsi telai, succieli, cassonetti copri
trasporto a pubblica discarica del materiale inutilizzabile, deve essere compensata a metro quadrato

110.14 Rimozione di infissi da riutilizzare
La rimozione di infissi interni o esterni, compreso mostre e telai con la necessaria accortezza, da r
dopo eventuale trattamento, deve essere compensata a metro quadrato.

110.15 Rimozione di ringhiere, grate, cancelli, ecc.
La rimozione di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, anche con eventuali elementi in vetro,
trasporto a pubblica di scarica del materiale inutilizzabile, deve essere compensata a metro quadrat

110.16 Sostituzione di parti di ringhiere, grate, cancelli, ecc.
La sostituzione di elementi di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, ecc., e il trasporto a r
materiale inutilizzabile, deve essere compensata a corpo.

110.17 Dismissione e rimontaggio di strutture in alluminio
La dismissione e il rimontaggio di strutture in alluminio e vetri e simili deve essere compensata a c

Art. 111. Murature, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni

111.1 Murature e tramezzi

111.1.1 Murature
Tutte le murature in genere, con spessore superiore a 15 cm, saranno misurate geometricamente
volume, con le misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci, e devono essere dedotti t
di superficie maggiore di 1 m^2. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, si intende compreso ogni o
per la formazione di spalle, sguinci, spigoli e strombature.

111.1.2 Tramezzi
Tutte le tramezzature in genere, con spessore inferiore a 15 cm, saranno valutate a metro quadrato
essere dedotti tutti i vuoti di superficie maggiore di 1 m^2. Nei prezzi della tramezzatura di qualsiasi specie, si
intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli e strombature.

111.1.3 Sagome, cornici, cornicioni, lesene e pilastri
La formazione di sagome, di cornici, cornicioni, lesene, ecc. di qualsiasi aggetto sul paramento
deve essere valutata a corpo.

111.2 Calcestruzzi
I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera saranno in genere pagati a m
misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni ec
ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono, inoltre, compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione d
provvisori di servizio e dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di
armato deve essere eseguita, nonché gli oneri derivanti dal getto e dalla vibratura.
L'armatura ad aderenza migliorata deve essere compensata a parte.

111.2.1 Casseforme

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del cor
cementizio, saranno computate a metro quadrato.

111.3 Acciaio per armature e reti elettrosaldate

111.3.1 Acciaio per cemento armato

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tip
la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del
esecutivo delle strutture in cemento armato, saranno valutate secondo il peso effettivo. Nel prezzo
lavorazione e lo sfrido, è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in
dell'armatura stessa.

111.4 Pali di fondazione

La misurazione del palo verrà eseguita dal fondo del foro fino alla base del plinto, trave o altra st
collegamento.

111.5 Solai, impermeabilizzazioni, rivestimenti, ecc.

111.5.1 Solai

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo, come ogni a
di cemento armato.
Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà, invece, pagato al metro quadrato di superf
misurata all'interno dei cordoli e/o delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'app
cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

111.5.2 Impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni con malta di asfalto, bitume, guaina prefabbricata a base di bitume, m
composita, ecc., dello spessore minimo e delle caratteristiche rispondenti a quelle indicate nell'elen
o nei disegni progettuali esecutivi, saranno compensate:
- a metro quadrato, per le superfici piane;
- a metro quadrato di proiezione orizzontale per le superfici inclinate.

111.5.3 Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.

L'isolamento termo-acustico di pareti verticali, intercapedini di murature, solai e terrazze realiz
pannelli rigidi, posti in opera con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e con le dimensioni
progettuali, sarà compensato a metro quadrato di superficie isolata

111.5.4 Massetto isolante

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze
caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e con le dimensioni minime illustrate nel progetto esecut
compensato a metro cubo.

111.5.5 Misurazione delle coibentazioni

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni di tubazioni, apparecchi e serbatoi, non
espressamente, si rimanda alla UNI 6665

111.6 Lavori in metallo

111.6.1 Ringhiere e cancellate semplici
Le ringhiere e cancellate con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, devor
valutate a peso.

111.6.2 Ringhiere e cancellate con ornati
Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi devono essere
corpo.

111.7 Controsoffitti e soppalchi

111.7.1 Soppalchi
I soppalchi devono essere valutati a metro quadrato di superficie di solaio realizzata.

111.7.2 Controsoffitti piani
I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. Sono co
compensati nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi, e tutte le forniture, m
mezzi d'opera necessari per dare controsoffitti finiti in opera, come prescritto nelle norme sui mate
modi di esecuzione. È esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale.

111.7.3 Lavorazioni particolari sui controsoffitti
Gli eventuali elementi aggiuntivi di lavorazioni sui controsoffitti, quali per esempio sporgenze, rie
sagome particolari, cornici, ecc., devono essere compensati a corpo.

111.8 Pavimenti e rivestimenti

111.8.1 Pavimenti
I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti int
dell'ambiente. Nella misura non sarà, perciò, compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonac
stuccatura delle eventuale fughe.
I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei mater
ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti, come prescritto nelle norme sui
e sui modi di esecuzione, compreso il sottofondo.
In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono
gli oneri e le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità del
stesse.

111.8.2 Zoccolino battiscopa
La posa in opera di zoccolino battiscopa di qualunque genere, deve essere valutata a metro lineare,
la stuccatura delle eventuale fughe.

111.8.3 Rivestimenti di pareti
I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva, qualunque sia l
e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e
opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, gli angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione
l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei g
fornitura di collante per rivestimenti.

111.8.4 Fornitura in opera dei marmi, pietre naturali e artificiali

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali o artificiali, previsti in elenco, applicati alle superfici effettive dei materiali in opera. Ogni onere derivante dall'osservanza delle prescritte nel presente capitolato si intende compreso nei prezzi.
Specificatamente, detti prezzi comprendono gli oneri per:
- la fornitura;
- lo scarico in cantiere;
- il deposito e la provvisoria protezione in deposito;
- la ripresa, il successivo trasporto e il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con e protezione, copertura o fasciatura;
- ogni successivo sollevamento e ogni ripresa con boiacca di cemento o altro materiale;
- la fornitura di lastre di piombo, grappe, staffe, regolini, chiavette e perni occorrenti per il fissaggio
- ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e la successiva chiusura e ripresa delle stes
- la stuccatura dei giunti;
- la pulizia accurata e completa e la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle collocate in opera;
- tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinimento dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono, tra l'altro, comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fr stessi o comunque fra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon colleg dove richiesto, un incastro perfetto.

111.9 Intonaci

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici la risalti, lesene e simili. Tuttavia, saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezz 5 cm. Tali prezzi varranno sia per superfici piane che per superfici curve. L'esecuzione di gusci di r se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esist spigoli vivi.
Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese di contropavimenti, zoccolature e serram
I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di u essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.
Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.
Saranno, tuttavia, detratti i vani di superficie maggiore di 4 m^2, valutando a parte la riquadratura.
Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie e Pertanto, dovranno eseere detratti tutti i vuoti, di qualunque dimensione essi siano, e aggiunt riquadrature.
Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti, anche in corrispon spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

111.10 Tinteggiature, coloriture e verniciature

111.10.1 Superfici imurarie interne

Le pareti e i soffitti piani devono essere misurate deducendo solo i vani non tinteggiabili aventi superiori ai 4 m^2.
I vani inferiori ai 4 m^2 vengono computati vuoto per pieno con infisso, a compenso degli eventuali squ celini dell'indispensabile profilatura.
Quando esistono sporgenze o rientranze, non si computano se inferiori ai 5 cm.

I sistemi di misurazione di cui sopra si riferiscono a lavori a calce, colla e tempera; per lavori con l
di altri materiali la misura è quella effettiva, con detrazione dei vani superiori a 2 m^2
Le zoccolature si devono misurare a metro lineare se inferiori ai 18 cm di altezza; le zoccolature
superiore, invece, si devono misurare a metro quadrato e le relative profilature a metro lineare.
La superficie dei soffitti normali in legno a travatura parallela si deve misurare calcolando la supe
proiezione moltiplicata per 1,50.
Per i soffitti a volta aventi la luce fino a 6 metri lineari, la relativa superficie deve essere det
moltiplicando la superficie della loro proiezione orizzontale per il coefficiente compreso tra un mi
1,20 e un massimo di 1,40.
Per luci maggiori a 6 metri lineari occorre misurare la superficie reale.

111.10.2 Superfici murarie esterne

Le tinteggiature eseguite su facciate o superfici esterne devono essere calcolate sulla massima
massima larghezza, deducendo soltanto i vuoti superiori a 2 m^2 con l'aggiunta dello sviluppo delle gronde,
dei parapetti, dei sottobalconi, dei frontali e di qualunque altra sporgenza o rientranza.
Le tinteggiature con idropitture, e le verniciature e le applicazioni di rivestimenti plastici, devon
calcolate sulla massima altezza e massima larghezza, deducendo soltanto i vuoti superiori a 2 m^2
l'aggiunta dello sviluppo delle gronde, dei parapetti, dei sottobalconi, dei frontali e di qualunq
sporgenza o rientranza.
Resta a carico dell'impresa esecutrice la protezione e la pulizia di davanzali, spalle, architravi e o
genere.
In ogni caso, zoccolini, sagome, filettature, profilature, campionature, scuretti e cordonature, se e
colore diverso, devono essere misurate a parte, a metro lineare, secondo la linea più lunga.

111.10.3 Infissi, ringhiere e simili

La preparazione e la successiva tinteggiatura o laccatura di infissi e simili provenienti da dismissio
essere valutata a corpo, comprendendo la dismissione e la ricollocazione dell'infisso dopo il trattam
Per la coloritura o verniciatura di infissi, ringhiere o simili si devono osservare le seguenti norme:
- per le porte bussole e simili si computerà due volte la luce netta dell'infisso, non detraendo le
superfici del vetro. È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassett
- per le finestre senza persiane, ma con scuretti, si computerà tre volte la luce netta dell'infisso, es
compensata la coloritura degli scuretti e del telaio (o cassettone);
- per le finestre senza persiane e senza scuretti si computerà una volta sola la luce netta de
comprendendo con ciò anche la coloritura e sgocciolatoio del telaio;
- per persiane avvolgibili si computerà due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, comprendend
anche la coloritura del telaio;
- per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre, grandi vetrate, lucernari, serrande av
maglia, infissi di vetrine, si computeranno i tre quarti della superficie complessiva, misurata se
proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori dei qua
terrà conto nella misurazione;
- per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate
sarà computata una volta la loro superficie misurata come sopra;
- per opere in ferro con ornati ricchissimi, nonché per pareti metalliche e lamiere striate, sarà comp
volta e mezzo la loro superficie misurata come sopra;
- per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata tre volte la luce nett
misurato in altezza, tra la soglia e la battuta della serranda, intendendo con ciò compensata
coloritura della superficie non in vista;
- i radiatori saranno computati per elemento radiante;
- per le persiane alla romana si computerà tre volte.
Tutte le coloriture e le verniciature si intendono eseguite su entrambe le facce, compresi eventuali a

111.11 Infissi

111.11.1 Modalità di misurazione delle superfici
La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prez
essere misurata considerando le luci nette, le luci fra i telai, oppure la luce massima fra le mostre.
I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori (se
maniglie e cerniere), l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la
opera.

111.11.2 Porte in legno
La fornitura e la collocazione di porte interne o di ingresso deve essere valutata a corpo, compr
coprifili, ferramenta e maniglierie.

111.11.3 Infissi in metallo
La fornitura e la collocazione di infissi di alluminio, compresi telai, coprifili, ferramenta e manig
elementi in vetro (vetro-camera, vetro normale, vetro di sicurezza), pannelli, ecc., deve essere
metro quadrato.

111.12 Pluviali e grondaie
I tubi pluviali e le grondaie (in PVC, in rame, ecc.) devono essere valutati a metro lineare di sviluppo in op
senza tener conto delle parti sovrapposte, escluso i pezzi speciali che saranno pagati a parte, int
comprese nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e la posa in opera di staffe o di altri elem
ancoraggio (in acciaio o in rame).

Art. 112. Impianti elettrici

112.1 Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.
I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di coma
apparecchiature, le linee di terra e i collegamenti equipotenziali devono essere valutati nel prezz
apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

112.2 Canalizzazioni e cavi
I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre e il piatto di ferro zincato per le ret
devono essere valutati al metro lineare, misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono com
incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, i raccordi, i supporti, le staffe, le
i morsetti di sostegno e il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.
I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT devono essere valutati al metro lineare misurando l'effettivo
sviluppo lineare in opera, aggiungendo un metro per ogni quadro al quale essi sono attestati.
Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda e i mar
cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.
I terminali dei cavi di MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di BT sono compresi tutti i materiali
occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.
I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggi
30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.
Sono comprese le incidenze per gli sfridi, i morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², i morsetti fissi oltre
tale sezione.
Le scatole, le cassette di derivazione e i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le
caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse cono, guarnizioni di tenuta; in quelle dei box telefonici, invece, sono comprese le morsettiere.

112.3 Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale devono essere valutate a numero secondo le rispettive caratt tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori necessari per dare l'apparecchiatura completa e funzionante.
I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzion
- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.
Nei quadri, la carpenteria deve comprendere le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traf contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.
Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori e i contattori da quadro, essere distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie, quali:
- il numero dei poli;
- la tensione nominale;
- la corrente nominale;
- il potere di interruzione simmetrico;
- il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su ca
Comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre de e quanto occorre per far sì che l'interruttore sia funzionante.
I corpi illuminanti devono essere valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipo potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori necessari per dare l'apparecchiatura completa e funzionante.
I frutti elettrici di qualsiasi tipo devono essere valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le placche e gli accessori di fissaggio, che devono essere valutati a numero.

112.4 Opere di assistenza agli impianti

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti presta
- scarico dagli automezzi e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce per la posa di tubazioni, cassette di derivazione, ecc., per impian sanitarii, elettrici, di riscaldamento, climatizzazione, ecc.;
- predisposizione e formazione di fori e nicchie per quadri elettrici, collettori, ecc.;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie;
- fissaggio di apparecchiature ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, interposizione di strato baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- materiali di consumo e mezzi d'opera occorrenti per l'esecuzione degli impianti;
- trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni o apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

112.5 Impianti d'ascensore

Gli impianti d'ascensore devono essere valutati a corpo per ciascun impianto.

Art. 113. Tubazioni, pozzetti prefabbricati, pezzi speciali, apparecchiature e impianti

113.1 Fornitura e posa in opera di tubazioni
La fornitura e la posa in opera di tubazioni devono essere valutate a metro lineare a seguito di mi
effettuata in contraddittorio sull'asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sov
detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette.

113.2 Pezzi speciali per tubazioni
I pezzi speciali per la posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve,
manicotti, riduzioni, tazze, tappi di chiusura, piatti di chiusura, ecc.) devono essere compensati a n

113.3 Valvole, saracinesche
Le valvole e le saracinesche varie deve essere valutate a numero secondo le rispettive caratte
dimensioni.
Nel prezzo sono compresi anche i materiali di tenuta.

113.4 Pozzetti prefabbricati
I pozzetti prefabbricati devono essere pagati ad elemento componente (elemento di base, el
sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e
opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

113.5 Caditoie prefabbricate
Le caditoie prefabbricate devono essere pagate ad elemento componente (elemento di base,
prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e
opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

113.6 Apparecchiature degli impianti
Le apparecchiature degli impianti devono essere valutate a numero e secondo le caratteristiche cos
relazione alle prescrizioni contrattuali.

Art. 114. Opere stradali e pavimentazioni varie

114.1 Cigli e cunette
I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, dev
pagati a metro cubo.

114.2 Carreggiata

114.2.1 Compattazione meccanica dei rilevati
La compattazione meccanica dei rilevati deve essere valutata a metro cubo, quale compenso in a
quello per la formazione dei rilevati.

114.2.2 Massicciata
La ghiaia, il pietrisco, e in generale tutti i materiali per massicciate stradali, si valuteranno a metro c
Normalmente, la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera. Il pietrisco o la ghiaia v
depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada, oppure in cataste
geometrica. La misurazione a scelta della direzione dei lavori verrà fatta o con canne metriche, o
mezzo di una cassa parallelepipeda senza fondo che avrà le dimensioni di 1 m · 1 m · 0,50 m.
All'atto della misurazione, sarà facoltà della direzione dei lavori dividere i cumuli in tante serie ognu
determinato numero, e scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.

Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e, se l'impr
mancato all'obbligo dell'uguaglianza dei cumuli, dovrà sottostare al danno che per avventura le
derivare da tale applicazione.
Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa, e quell
spandimento dei materiali, saranno a carico dell'impresa e compensate coi prezzi di tariffa della gh
pietrisco.
Quanto detto vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimer
potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidam
massicciata, nonché per le cilindrature e per le bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei
questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

114.2.3 Impietramento o ossatura

L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'impresa s compensata di tutti gli oneri e obblighi necessari.
La misura e il pagamento possono riferirsi a volume misurato in opera o in cataste.

114.3 Cilindratura di massicciata e sottofondi

Il lavoro di cilindratura di massicciate con compressore a trazione meccanica deve essere pagato i di metro cubo di pietrisco cilindrato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.
Con i prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindrature, si intenderà compensata ogni spesa trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e ritorno in rimessa, sia per ricovero d notte che nei periodi di sosta.
La cilindratura di sottofondo, qualora venga ordinata, deve essere pagata in ragione di metri sottofondo in opera, col prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed event sopra (oppure a superficie cilindrata col prezzo di elenco).
Le cilindrature possono essere previste anche a tonnellata-chilometro, e con prestazioni in econo lavori in economia, o per esecuzioni di pavimentazioni, applicazioni di manti superficiali, ecc., pe non sia compreso nel prezzo l'onere delle cilindrature, nei quali casi si stabiliranno le necessarie pre modo di misura e prezzo.

114.4 Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata

La valutazione per le fondazioni e le pavimentazioni in conglomerato cementizio e le fondazioni stabilizzata deve essere a metro cubo di opera finita. Il prezzo a metro cubo della fondazione e della pavimentazione in calcestruzzo comprende tutti gli oneri per:
- lo studio granulometrico della miscela;
- la fornitura e stesa di un centimetro di sabbia quale letto di posa del calcestruzzo, e dello strato catramato isolante;
- la fornitura degli inerti delle qualità e nelle quantità prescritte dal presente capitolato, nonché la del legante e dell'acqua;
- il nolo del macchinario occorrente per la confezione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo
- la vibrazione e stagionatura del calcestruzzo;
- la formazione e sigillatura dei giunti;
- tutta la mano d'opera occorrente per i lavori suindicati, e ogni altra spesa e onere per il getto della compreso quello del getto in due strati, se ordinato.

Lo spessore deve essere valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà c eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.

Per l'armatura del calcestruzzo deve essere fornita e posta in opera una rete d'acciaio a maglie essere valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza a mezzo diretta.
Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte. S ad ogni modo, che il prezzo comprende:
- gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela, nonché da quelle durante l'esecuzione del lavoro;
- l'eventuale fornitura di terre e sabbie idonee alla formazione della miscela, secondo quanto pre richiesto dalla direzione dei lavori;
- il macchinario e la mano d'opera necessari e quanto altro occorra, come precedentemente descritt

114.5 Trattamenti protettivi delle pavimentazioni, manti di conglomerato, pavimentazioni di cemento

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e, qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore, verranno compensati a metro quadrato di trattata.
Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero, ovvero a tappeto o a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi in superficie fossero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a quanto sopra espresso. I cordoli laterali essere valutati a parte.

114.6 Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido

Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti devono essere pagati a metro q superficie realizzata.

114.7 Pavimentazioni di marciapiedi

Le pavimentazioni di marciapiedi devono essere compensate a metro quadrato di superficie realizza

114.8 Soprastrutture stabilizzate

Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata co bituminoso e in pozzolana stabilizzata con calce idrata, devono essere valutate a metro quadrato viabile completamente sistemato.

114.9 Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell'emulsione bituminosa, stesa del ma successivo costipamento mediante rullatura, devono essere valutati per ogni metro quadrato e centimetro di spessore finito.

Art. 115. Noleggi

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti accessori necessari per il loro regolare funzionamento.
È a carico esclusivo dell'appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.
Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai mate consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.
I prezzi di noleggio di meccanismi, in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione del committente, e, cioè, anche per le ore meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione solt ore in cui essi sono in attività di lavoro. In ogni altra condizione di cose, si applica il prezzo stab meccanismi in riposo, anche durante il tempo impiegato per scaldare i meccanismi, portandoli a reg

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a p
montaggio, smontaggio e allontanamento dei detti meccanismi.
Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo la

Art. 116. Manodopera

Gli operai per l'esecuzione dei lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono
e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

Art. 117. Trasporti

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la man
del conducente e ogni altra spesa occorrente.
I mezzi di trasporto per i lavori in economia devono essere forniti in pieno stato di efficienza e corr
alle prescritte caratteristiche.
La valutazione delle materie da trasportare deve avvenire, a seconda dei casi, a volume o a
riferimento alla distanza.

Art. 118. Opere a verde

118.1 Buche e fossi per la messa a dimora di piante
Le buche e i fossi per la messa a dimora di piante devono essere compensati a metro cubo, ivi c
trasporto a rifiuto del materiale di risulta.

118.2 Terre e terricci
La terra da coltivo per il riempimento delle buche o dei fossi deve essere pagata a met
definitivamente sistemato a dimora.

118.3 Correttivi e concimi
I correttivi di sabbia, argilla, ecc. per la normalizzazione fisica dei terreni devono essere compensa
cubo definitivamente steso e distribuito.

118.4 Annaffiamento
L'annaffiamento delle superfici erbose deve essere pagato a metro quadrato di superficie trattata.
L'annaffiamento delle siepi deve essere compensato a metro lineare di siepe, bordura o filare annaff
L'annaffiamento delle alberature isolate deve essere compensato a numero per ogni pianta annaffiat

118.5 Raschiatura
La raschiatura deve essere pagata a metro quadrato di superficie trattata.

118.6 Rasatura
La rasatura di tappeti erbosi deve essere pagata a metro quadrato di superficie trattata.

118.7 Scerbatura
La scerbatura deve essere pagata a metro quadrato di superficie trattata.

118.8 Seminagioni e piantagioni
Le seminagioni sulle scarpate dei rilevati devono essere valutate a superficie per la proiezione or
delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terre
onere necessario per la piantagione. Nelle viminate sono compresi, inoltre, tutti gli oneri e le gar
l'attecchimento. La valutazione deve essere fatta per metro quadrato.

118.9 Prati

I prati devono essere valutati secondo la superficie effettiva, ovvero secondo eventuali diverse spe
dell'elenco prezzi.

118.10 Alberi e piante erbacee

Gli alberi e le piante erbacee devono essere compensati a numero secondo la specie impiantata, c
primo annaffiamento, l'esecuzione della sconcatura, la potatura, ecc.

118.11 Pali tutori

I pali tutori devono essere pagati a numero per ogni palo definitivamente conficcato in opera, ivi co
legature necessarie provvisorie e/o definitive.

REVISIONE	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	VERIFICATO	APPROVATO
003	04/2015	REVISIONE GENERALE	**FELETTI**	**MAGRASSI**	**SANSO'**	**GEMME**
002	03/2015	REVISIONE GENERALE	**FELETTI**	**MAGRASSI**	**SANSO'**	**GEMME**

COMUNE DI GENOVA

AREA TECNICA

Coordinatore: Arch. Laura PETACCHI

DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Dirigente: Ing. Walter RUPALDI

Committente

SETTORE RISTRUTTURAZIONI E RISANAMENTI

Progetto n°

CAPO PROGETTO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. **ROBERTO INNOCENTINI**

Progetto **ARCHITETTONICO**

Progetto **STRUTTURALE**

Progetto **IMPIANTI** Ing. Cesare GEMME

RILIEVI

COMPUTI METRICI CAPITOLATI: Ing. Cesare GEMME

Progetto PREVENZIONE INCENDI: Ing. Cesare GEMME

PROCEDURE ESPROPRIATIVE

COORDINATORE per la SICUREZZA (In Fase di Progettazione): Ing. Cesare GEMME

ALTRO (Studi Geologici)

ALTRO (Prog. Aspetti Vegetazionali)

Intervento Opera

Progetto di completamento delle opere per l'adeguamento antincendio nella scuola elementare "Nazario Sauro" - Via Medaglie d'oro di L. Navigazione 1-2

Oggetto della Tavola

ELENCO PREZZI UNITARI

Municipio MEDIO LEVANTE **VIII**

Quartiere ALBARO **23**

N° Progr.Tav.

N° TOT.Tav.

Scala

Data 03 / 2014

Tavola N°

RL - EP E

LIVELLO DI PROGETTAZIONE: ESECUTIVO **ARCHITETTONICO**

Codice GULP	Codice PROGETTAZIONE	Codice OPERA	Codice ARCHIVIO
....	.....	.....	.....

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DEL COMUNE DI GENOVA E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
1	**01.04.05**	**Installatore 5a categoria super**	**h**		**35,50**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo non soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trentacinque e cinquanta centesimi]*	*35,50*	
2	**01.04.10**	**Installatore 5a categoria, ex operaio specializzato super**	**h**		**33,16**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo non soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trentatre e sedici centesimi]*	*33,16*	
3	**01.04.20**	**Installatore 4a categoria, ex operaio specializzato**	**h**		**30,95**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo non soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trenta e novantacinque centesimi]*	*30,95*	
4	**10.03.05.010.15**	**Grigliato di acciaio zincato a caldo realizzato con profilati ... profilati della sezione di: 30 x 2 mm**	**m²**		**103,11**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centotre e undici centesimi]*	*103,11*	
5	**13.07.010.020**	**Piastrelle da rivestimento in maiolica smaltata: bianco o colori correnti chiari: 20x20 cm**	**m²**		**13,64**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro tredici e sessantaquattro centesimi]*	*13,64*	
6	**16.005.010.010**	**Porte tagliafuoco con dispositivo di chiusura automatica, a ... di 80x200 cm circa ad un battente**	**nr**		**355,97**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trecentocinquantacinque e novantasette centesimi]*	*355,97*	
7	**16.05.10.95.10**	**Maniglie antipanico tipo push per porte tagliafuoco con ... di cui sopra, per ante fino a 80 cm**	**nr**		**220,49**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro duecentoventi e quarantanove centesimi]*	*220,49*	
8	**20.03.035.015**	**Serramenti per finestre o portefinestre a taglio termico di ... superfici comprese tra 0,5 e 1,50 m²**	**m²**		**616,39**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro seicentosedici e trentanove centesimi]*		*616,39*	
9	**25.007.045**	**Montaggio di montacarico su ponteggio esistente, compresa la ... valutato a metro d'altezza. (*)**	**m**		**41,32**
		%MO 97,24 Costo del personale *[Euro trentuno e settantasei centesimi]*		*31,76*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro nove e cinquantasei centesimi]*		*9,56*	
10	**26.001.030.030**	**Trasporto alla pubblica discarica di materiali di risulta da ... demolite fino alla distanza di 1 Km**	**m^3**		**6,45**
		%MO 47,10 Costo del personale *[Euro due e quaranta centesimi]*		*2,40*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro quattro e cinque centesimi]*		*4,05*	
11	**26.001.030.040**	**Trasporto alla pubblica discarica di materiali di risulta da ... in piu' oltre il primo fino a 10 km**	**mK**		**0,81**
		%MO 47,10 Costo del personale *[Euro trenta centesimi]*		*0,30*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro cinquantuno centesimi]*		*0,51*	
12	**26.001.030.060**	**Trasporto alla pubblica discarica di materiali di risulta da ... o frazione in piu' da 10,01 a 20 km**	**mK**		**0,52**
		%MO 47,10 Costo del personale *[Euro diciannove centesimi]*		*0,19*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro trentatre centesimi]*		*0,33*	
13	**26.001.030.070**	**Trasporto alla pubblica discarica di materiali di risulta da ... o frazione in piu' da 20,01 a 30 km**	**mK**		**0,44**
		%MO 47,10 Costo del personale *[Euro sedici centesimi]*		*0,16*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro ventotto centesimi]*		*0,28*	
14	**26.001.030.080**	**Trasporto alla pubblica discarica di materiali di risulta da ... o frazione in piu' da 30,01 a 40 km**	**mK**		**0,29**
		%MO 47,10 Costo del personale *[Euro undici centesimi]*		*0,11*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro diciotto centesimi]*		*0,18*	
15	**26.001.030.090**	**Trasporto alla pubblica discarica di materiali di risulta da ... o frazione in piu' da 40,01 a 50 km**	**mK**		**0,23**
		%MO 47,10 Costo del personale *[Euro nove centesimi]*		*0,09*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro quattordici centesimi]*		*0,14*	
16	**28.001.142.010**	**Rimozione di rivestimenti di piastrelle, eseguita a mano con**			

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
16	**28.001.142.010**	**Rimozione di rivestimenti di piastrelle, eseguita a mano con ... opere di manutenzione e/o restauri**	**m²**		**21,61**
		%MO 97,35 Costo del personale [Euro sedici e sessantatre centesimi]		*16,63*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta [Euro quattro e novantotto centesimi]		*4,98*	
17	**28.001.190.010**	**Rimozione di serramenti di legno o metallo compreso il telaio a ... m² Per manutenzioni e/o restauri**	**m²**		**37,23**
		%MO 99,44 Costo del personale [Euro ventinove e ventisette centesimi]		*29,27*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta [Euro sette e novantasei centesimi]		*7,96*	
18	**28.002.010.005**	**Smontaggio con recupero delle parti utilizzabili con ... con misurazione minima di 2,00 m²**	**m²**		**37,14**
		%MO 99,06 Costo del personale [Euro ventinove e otto centesimi]		*29,08*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta [Euro otto e sei centesimi]		*8,06*	
19	**28.002.010.010**	**Sovrapprezzo smontaggio con recupero delle parti utilizzabili con ... anche di braghettone a murare**	**m²**		**73,70**
		%MO 99,53 Costo del personale [Euro cinquantasette e novantanove centesimi]		*57,99*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta [Euro quindici e settantuno centesimi]		*15,71*	
20	**28.01.050.010.15**	**Demolizioni di tramezzi di mattoni, latterogesso e gesso. Per ... Dello spessore da 10,01 a 15,00 cm**	**m²**		**22,85**
		%MO 96,95 Costo del personale [Euro diciassette e cinquantuno centesimi]		*17,51*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta [Euro cinque e trentaquattro centesimi]		*5,34*	
21	**28.01.180.010.30**	**Rimozione di apparecchi igenico-sanitari e corpi scaldanti senza ... valutati a metro di lunghezza**	**m**		**21,23**
		%MO 98,69 Costo del personale [Euro sedici e cinquantasei centesimi]		*16,56*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta [Euro quattro e sessantasette centesimi]		*4,67*	
22	**30.02.030.010.05**	**Scavo di fondazione a sezione ristretta o a pozzo anche per ... piano di sbancamento o di campagna**	**m³**		**166,08**
		%MO 99,16 Costo del personale [Euro centotrenta e diciannove centesimi]		*130,19*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta [Euro trentacinque e ottantanove centesimi]		*35,89*	

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
23	**30.02.050.010**	**Taglio di pavimentazione di sede stradale in conglomerato ... taglio: fino a 15 cm di spessore**	**m**		**9,35**
		%MO 75,48 Costo del personale	*[Euro cinque e cinquantotto centesimi]*	*5,58*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro tre e settantasette centesimi]*	*3,77*	
24	**32.003.030.005.10**	**Provvista e posa in opera di conglomerato cementizio, ... a 300 kg/m³ di cemento tipo 32.5.**	**m³**		**252,07**
		%MO 48,03 Costo del personale	*[Euro novantacinque e settantuno centesimi]*	*95,71*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centocinquantasei e trentasei centesimi]*	*156,36*	
25	**33.001.070.010.20**	**Murature di blocchi prefabbricati di calcestruzzo cellulare ... di manutenzione e/o restauro. 10,0 cm**	**m²**		**70,87**
		%MO 67,56 Costo del personale	*[Euro trentasette e ottantacinque centesimi]*	*37,85*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trentatre e due centesimi]*	*33,02*	
26	**34.001.035.010.10**	**Intonaco di fondo (raddrizzatura) finito al rustico, eseguito con ... /cemento , spessore medio cm. 1,5**	**m²**		**26,48**
		%MO 76,77 Costo del personale	*[Euro sedici e sette centesimi]*	*16,07*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro dieci e quarantuno centesimi]*	*10,41*	
27	**34.003.005.010.05**	**Arenino (stabilitura) eseguito con appositi prodotti ... di calce / cemento spessore 3 mm circa**	**m²**		**8,37**
		%MO 86,46 Costo del personale	*[Euro cinque e settantadue centesimi]*	*5,72*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro due e sessantacinque centesimi]*	*2,65*	
28	**36.028.010.010.05**	**Sola posa in opera di rivestimento di piastrelle da 15x15- 20x20 ... cemento 32,5 e 100 kg di calce bianca**	**m²**		**44,47**
		%MO 90,51 Costo del personale	*[Euro trentuno e ottantadue centesimi]*	*31,82*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro dodici e sessantacinque centesimi]*	*12,65*	
29	**39.001.045.010**	**Provvista e posa in opera, per lavorazioni in cantieri ... resistenza al fuoco minima REI 60**	**m²**		**55,30**
		%MO 32,70 Costo del personale	*[Euro quattordici e ventinove centesimi]*	*14,29*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quarantuno e uno centesimo]*	*41,01*	

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
30	**39.002.010.040**	**Provvista e posa in opera di controsoffitti costituiti da ... resistenza al fuoco minima REI 60**	**m²**		**63,88**
		%MO 98,88 Costo del personale	*[Euro quarantanove e novantatre centesimi]*	*49,93*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro tredici e novantacinque centesimi]*	*13,95*	
31	**39.006.010.010**	**Solo posa in opera di porte tagliafuoco compresi i necessari ... v. cap. 16) porta da 80x200 cm**	**nr**		**149,46**
		%MO 94,98 Costo del personale	*[Euro centododici e ventidue centesimi]*	*112,22*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trentasette e ventiquattro centesimi]*	*37,24*	
32	**39.006.010.020**	**Solo posa in opera di porte tagliafuoco compresi i necessari ... v. cap. 16) porta da 120x200 cm**	**nr**		**190,27**
		%MO 94,38 Costo del personale	*[Euro centoquarantuno e novantasei centesimi]*	*141,96*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quarantotto e trentuno centesimi]*	*48,31*	
33	**43.006.030**	**Provvista e posa in opera di struttura metallica per scale di ... completo di protezione superficiale**	**Kg**		**4,96**
		%MO 36,81 Costo del personale	*[Euro uno e quarantaquattro centesimi]*	*1,44*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro tre e cinquantadue centesimi]*	*3,52*	
34	**43.01.030.010**	**Ringhiera di ferro del tipo a semplice disegno, senza curve, ... del peso di : 12-15 kg/m² in piano.**	**Kg**		**4,04**
		%MO 69,15 Costo del personale	*[Euro due e ventuno centesimi]*	*2,21*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro uno e ottantatre centesimi]*	*1,83*	
35	**43.02.010.010**	**Solo posa in opera di strutture metalliche quali ringhiere, ... a 20 kg/m² posti in opera in piano**	**Kg**		**1,56**
		%MO 97,33 Costo del personale	*[Euro uno e venti centesimi]*	*1,20*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trentasei centesimi]*	*0,36*	
36	**43.05.010.010.05**	**Solo posa in opera di grigliati metallici montati in verticale ... 15x76 per piatti di: fino a 30x2 mm**	**m²**		**22,37**
		%MO 100,0 Costo del personale	*[Euro diciassette e sessantotto centesimi]*	*17,68*	

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quattro e sessantanove centesimi]*	*4,69*	
37	**44.001.004.010**	**Raschiatura totale di vecchie pitture in fase di distacco o non ... a 4,00 m², valu tinta a calce**	**m²**		**4,90**
		%MO 96,40 Costo del personale	*[Euro tre e settantatre centesimi]*	*3,73*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro uno e diciassette centesimi]*	*1,17*	
38	**44.001.040.010**	**Rasatura totale di superfici interne con idrostucco e successiva ... o uguali a 4,00 m: per una ripresa**	**m²**		**8,88**
		%MO 81,50 Costo del personale	*[Euro cinque e settantadue centesimi]*	*5,72*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro tre e sedici centesimi]*	*3,16*	
39	**44.003.020.020**	**Coloritura di superfici interne (pareti, soffitti e volte) gia' ... o rullo: con pittura traspirante**	**m²**		**6,46**
		%MO 72,73 Costo del personale	*[Euro tre e settantuno centesimi]*	*3,71*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro due e settantacinque centesimi]*	*2,75*	
40	**44.005.010.010**	**Fornitura e applicazione di rivestimento plastico continuo, ... e isolati: tipo lucido diretto**	**m²**		**16,33**
		%MO 55,37 Costo del personale	*[Euro sette e quindici centesimi]*	*7,15*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro nove e diciotto centesimi]*	*9,18*	
41	**44.012.050.010.10**	**Applicazione di una ripresa di antiruggine su tubazioni in ... sviluppo di: da 10,01 a 20,00 cm**	**m**		**4,39**
		%MO 92,30 Costo del personale	*[Euro tre e venti centesimi]*	*3,20*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro uno e diciannove centesimi]*	*1,19*	
42	**44.013.020.010.10**	**Coloritura di tubazioni, ferri a U, apparecchi a sporgere e ... dello sviluppo di: da 10,01 a 20,00 cm**	**m**		**5,34**
		%MO 81,32 Costo del personale	*[Euro tre e quarantatre centesimi]*	*3,43*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro uno e novantuno centesimi]*	*1,91*	
43	**45.001.020.010**	**Solo posa in opera di porte interne compreso scarico, ... lavori di manutenzione e/o restauro**			

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
			nr		**69,19**
		%MO 96,08 Costo del personale	*[Euro cinquantadue e cinquantacinque centesimi]*	*52,55*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro sedici e sessantaquattro centesimi]*	*16,64*	
44	**45.002.010.010**	**Solo posa in opera di serramento per finestra, porta ... lavori di manutenzione e/o restauro**			
			m²		**58,26**
		%MO 89,91 Costo del personale	*[Euro quarantuno e quarantuno centesimi]*	*41,41*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro sedici e ottantacinque centesimi]*	*16,85*	
45	**46.002.030.015**	**Sovraprezzo provvista e posa in opera di tappeto in conglomerato ... gli articoli della voce 46.2.30**			
			m³		**0,20**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro venti centesimi]*	*0,20*	
46	**46.004.070.005.05**	**Formazione di pozzetti per fognature in muratura di mattoni ... totali fino a 0,60 m³**			
			m³		**641,71**
		%MO 70,98 Costo del personale	*[Euro trecentosessanta e sette centesimi]*	*360,07*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro duecentoottantuno e sessantaquattro centesimi]*	*281,64*	
47	**46.02.030.010**	**Provvista e posa in opera di tappeto in conglomerato bituminoso ... per interventi da 0 a 5 m² cadauno**			
			m²		**76,29**
		%MO 76,47 Costo del personale	*[Euro quarantasei e dodici centesimi]*	*46,12*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trenta e diciassette centesimi]*	*30,17*	
48	**76.026.020.020**	**Valvole di intercettazione combustibili gassosi, complete di ... tubi del diametro nominale di: 50 mm**			
			nr		**645,15**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro seicentoquarantacinque e quindici centesimi]*	*645,15*	
49	**77.001.042.060**	**Guaine di PVC spiralate, plastificate autoestinguenti, resistenza ... del diametro interno di: 50 mm**			
			m		**4,43**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quattro e quarantatre centesimi]*	*4,43*	
50	**77.005.010.007.05**	**Canalette di PVC bianco autoestinguente, grado di protezione**			

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
		IP ... a: uno scomparto da 21 x 10 mm	**m**		**0,90**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro novanta centesimi]*		*0,90*	
51	**77.014.010.020.05**	**Cavi flessibile, isolati con gomma sottoguaina di PVC, non ... due conduttori: da 2 x 1,5 mm²**	**m**		**1,14**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro uno e quattordici centesimi]*		*1,14*	
52	**77.014.010.030.05**	**Cavi flessibile, isolati con gomma sottoguaina di PVC, non ... tre conduttori: da 3 x 1,5 mm²**	**m**		**1,41**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro uno e quarantuno centesimi]*		*1,41*	
53	**77.014.010.050.25**	**Cavi flessibile, isolati con gomma sottoguaina di PVC, non ... incorporato: da 5 x 10,00 mm²**	**m**		**10,93**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro dieci e novantatre centesimi]*		*10,93*	
54	**77.014.080.030.35**	**Cavi flessibili isolati con gomma sottoguaina di materiale ... quattro conduttori: da 4 x 25 mm²**	**m**		**35,22**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro trentacinque e ventidue centesimi]*		*35,22*	
55	**77.026.060.050**	**Interruttori automatici magnetotermici con potere di interruzione di 6 KA: bipolare da 6 A**	**nr**		**41,07**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro quarantuno e sette centesimi]*		*41,07*	
56	**77.026.060.055**	**Interruttori automatici magnetotermici con potere di interruzione di 6 KA: bipolare fino a 32 A**	**nr**		**37,02**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trentasette e due centesimi]*	*37,02*	
57	**77.026.070.055**	**Interruttori automatici magnetotermici con potere di interruzione ... di 10 KA: tetrapolare fino a 32 A**			
			nr		**94,90**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro novantaquattro e novanta centesimi]*	*94,90*	
58	**77.026.070.060**	**Interruttori automatici magnetotermici con potere di interruzione ... di 10 KA: tetrapolare fino a 63 A**			
			nr		**131,01**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centotrentuno e uno centesimo]*	*131,01*	
59	**77.026.110.010.05**	**Interruttori automatici magnetotermici differenziale con potenza ... 0,03 A: bipolare fino a 4 A**			
			nr		**111,96**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centoundici e novantasei centesimi]*	*111,96*	
60	**77.026.110.010.10**	**Interruttori automatici magnetotermici differenziale con potenza ... 6 KA. IDN 0,03 A: bipolare da 6 A**			
			nr		**114,74**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centoquattordici e settantaquattro centesimi]*	*114,74*	
61	**77.026.110.010.20**	**Interruttori automatici magnetotermici differenziale con potenza ... 0,03 A: bipolare fino a 32 A**			
			nr		**144,35**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centoquarantaquattro e trentacinque centesimi]*	*144,35*	
62	**77.026.110.010.25**	**Interruttori automatici magnetotermici differenziale con potenza ... 0,03 A: bipolare fino a 63 A**			
			nr		**129,30**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centoventinove e trenta centesimi]*	*129,30*	
63	**77.026.110.010.40**	**Interruttori automatici magnetotermici differenziale con**			

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
63	77.026.110.010.40	**Interruttori automatici magnetotermici differenziale con potenza ... 0,03 A: tetrapolare fino a 32 A**			
			nr		**195,13**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centonovantacinque e tredici centesimi]*	*195,13*	
64	77.026.110.020.30	**Interruttori automatici magnetotermici differenziale con potenza ... e 0,5 A: tetrapolare fino a 20 A**			
			nr		**163,67**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centosessantatre e sessantasette centesimi]*	*163,67*	
65	77.026.130.010.05	**Interruttori magnetotermici differenziali con potenza di ... 0,03 A: bipolare fino a 20 A**			
			nr		**116,00**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centosedici e zero centesimi]*	*116,00*	
66	77.026.135.020.15	**Interruttori magnetotermici differenziali con potenza di ... 0,3 A e 0,5 A: bipolare fino a 63 A**			
			nr		**167,28**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centosessantasette e ventotto centesimi]*	*167,28*	
67	77.026.145.005	**Accessori per interruttori modulari: bobina di sgancio a lancio ... di un contatto in commutazione**			
			nr		**38,18**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trentotto e diciotto centesimi]*	*38,18*	
68	77.026.145.035.10	**Accessori per interruttori modulari: Scaricatori di ... poli piu' neutro 220/380 V - 20 kA**			
			nr		**545,47**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro cinquecentoquarantacinque e quarantasette centesimi]*	*545,47*	
69	77.034.002.010.20	**Contenitori modulari per quadri elettrici condominiali e/o ... protezione IP 40: fino a 36 moduli**			
			nr		**122,06**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centoventidue e sei centesimi]*	*122,06*	
70	**77.034.002.010.25**	**Contenitori modulari per quadri elettrici condominiali e/o ... protezione IP 40: fino a 54 moduli**			
			nr		**169,71**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centosessantanove e settantuno centesimi]*	*169,71*	
71	**77.034.002.020.05**	**Contenitori modulari per quadri elettrici condominiali e/o ... di protezione IP 65: fino a 8 moduli**			
			nr		**49,60**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quarantanove e sessanta centesimi]*	*49,60*	
72	**77.034.002.020.10**	**Contenitori modulari per quadri elettrici condominiali e/o ... protezione IP 65: fino a 12 moduli**			
			nr		**69,45**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro sessantanove e quarantacinque centesimi]*	*69,45*	
73	**77.034.002.020.15**	**Contenitori modulari per quadri elettrici condominiali e/o ... protezione IP 65: fino a 24 moduli**			
			nr		**103,26**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centotre e ventisei centesimi]*	*103,26*	
74	**77.037.010.010.10**	**Apparecchio di emergenza predisposto per installazione a parete o ... di lampada fluorescente da: 8 W**			
			nr		**125,10**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centoventicinque e dieci centesimi]*	*125,10*	
75	**77.051.010.010.25**	**Plafoniere per lampade fluorescenti, costituite da contenitore di ... Dark-Light della potenza di: 2x36 W**			
			nr		**102,28**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centodue e ventotto centesimi]*	*102,28*	
76	**77.063.006.005.05**	**Impianti analogici antincendio indirizzati Centraline a ... tipo a: un loop, fino a 99 periferiche**			
			nr		**1.537,74**

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro millecinquecentotrentasette e settantaquattro centesimi]*	*1.537,74*	
77	**77.063.006.010.05**	**Impianti analogici antincendio indirizzati. Rilevatori di fumo e ... di zoccolo di fissaggio, tipo: ottico**	**nr**		**106,32**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centosei e trentadue centesimi]*	*106,32*	
78	**77.063.030.005.05**	**Impianti rilevazione gas. Centraline convenzionali di rilevazione gas fino a: 12 linee**	**nr**		**479,95**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quattrocentosettantanove e novantacinque centesimi]*	*479,95*	
79	**77.063.030.010.05**	**Impianti rilevazione gas. Rilevatori di gas, completi di sistema di fissaggio per: metano**	**nr**		**378,38**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trecentosettantotto e trentotto centesimi]*	*378,38*	
80	**77.063.035.005.05**	**Accessori. Pulsante convenzionale di allarme a rottura vetro, ... alle vigenti norme, tipo: da interno**	**nr**		**26,95**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro ventisei e novantacinque centesimi]*	*26,95*	
81	**77.063.035.005.10**	**Accessori** **Pulsante convenzionale di allarme a rottura vetro, ... norme, tipo: da esterno IP67**	**nr**		**45,54**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quarantacinque e cinquantaquattro centesimi]*	*45,54*	
82	**77.063.035.020.05**	**Accessori. Pannello ottico acustico a led completo delle necessarie diciture, tipo: Convenzionale**	**nr**		**97,72**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro novantasette e settantadue centesimi]*	*97,72*	
83	**77.063.035.040.15**	**Accessori. Elettromagneti 24 V per porte tagliafuoco per portate ... 50 Kg con pulsante manuale di sgancio**	**nr**		**64,89**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro sessantaquattro e ottantanove centesimi]*		*64,89*	
84	**77.063.035.050.15**	**Accessori . Cavo twistato e schermato per sistemi antincendio, ... norme CEI della sezione di: 2x1,5 mm²**	**m**		**1,74**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro uno e settantaquattro centesimi]*		*1,74*	
85	**81.001.006.010.30**	**Provvista e posa in opera di tubo preisolato con tubo di servizio ... del diametro nominale di: 50 mm**	**m**		**78,61**
		%MO 27,24 Costo del personale *[Euro sedici e novantatre centesimi]*		*16,93*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro sessantuno e sessantotto centesimi]*		*61,68*	
86	**81.01.02.70**	**Provvista e posa in opera di tubo di acciaio senza saldatura, ... compresa la posa di 50 mm**	**m**		**43,51**
		%MO 49,22 Costo del personale *[Euro sedici e novantatre centesimi]*		*16,93*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro ventisei e cinquantotto centesimi]*		*26,58*	
87	**82.001.040.020**	**Solo posa in opera di guaine spiralate autoestinguenti, ... delle dimensioni di: da 35 a 50 mm**	**m**		**10,90**
		%MO 100,0 Costo del personale *[Euro otto e sessantadue centesimi]*		*8,62*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro due e ventotto centesimi]*		*2,28*	
88	**82.005.010.005**	**Solo posa in opera di canali battiscopa, cornici o minicanali, ... relativi accessori fino a 1600 mm²**	**m**		**6,41**
		%MO 100,0 Costo del personale *[Euro cinque e sette centesimi]*		*5,07*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro uno e trentaquattro centesimi]*		*1,34*	
89	**82.009.020.005**	**Solo posa in opera di conduttori posti entro tubazioni interrate ... stessa canalizzazione, fino a 5 mm²**	**m**		**1,61**
		%MO 100,0 Costo del personale *[Euro uno e ventisette centesimi]*		*1,27*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro trentaquattro centesimi]*		*0,34*	
90	**82.009.020.025**	**Solo posa in opera di conduttori posti entro tubazioni interrate ... canalizzazione, fino a 70 mm²**			

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
			m		**3,53**
		%MO 100,0 Costo del personale	*[Euro due e settantanove centesimi]*	*2,79*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro settantaquattro centesimi]*	*0,74*	
91	**82.009.020.030**	**Solo posa in opera di conduttori posti entro tubazioni interrate ... canalizzazione, fino a 140 mm²**			
			m		**5,51**
		%MO 100,0 Costo del personale	*[Euro quattro e trentasei centesimi]*	*4,36*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro uno e quindici centesimi]*	*1,15*	
92	**82.014.020.010.05**	**Solo posa in opera di quadro elettrico per utenze condominiali ... a giorno: fino a 24 moduli**			
			nr		**32,12**
		%MO 100,0 Costo del personale	*[Euro venticinque e trentanove centesimi]*	*25,39*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro sei e settantatre centesimi]*	*6,73*	
93	**82.014.020.010.15**	**Solo posa in opera di quadro elettrico per utenze condominiali ... a giorno: fino a 96 moduli**			
			nr		**64,24**
		%MO 100,0 Costo del personale	*[Euro cinquanta e settantotto centesimi]*	*50,78*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro tredici e quarantasei centesimi]*	*13,46*	
94	**82.014.030.005**	**Cablaggio di quadro elettrico per utenze condominiali e/o ... gli sfri fino a 12 moduli**			
			nr		**76,94**
		%MO 86,19 Costo del personale	*[Euro cinquantadue e quarantadue centesimi]*	*52,42*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro ventiquattro e cinquantadue centesimi]*	*24,52*	
95	**82.014.030.010**	**Cablaggio di quadro elettrico per utenze condominiali e/o ... gli sfri fino a 24 moduli**			
			nr		**148,56**
		%MO 89,27 Costo del personale	*[Euro centoquattro e ottantaquattro centesimi]*	*104,84*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quarantatre e settantadue centesimi]*	*43,72*	
96	**82.014.030.030**	**Cablaggio di quadro elettrico per utenze condominiali e/o ... gli sfri fino a 96 moduli**			
			nr		**801,54**
		%MO 74,46 Costo del personale	*[Euro quattrocentosettantuno e ottanta centesimi]*	*471,80*	

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro trecentoventinove e settantaquattro centesimi]*	*329,74*	
97	**82.024.010.010.05**	**Solo posa in opera di corpo illuminante, tipo normale o di ... a 5 corpi illuminanti**			
			nr		**17,36**
		%MO 95,25 Costo del personale	*[Euro tredici e sette centesimi]*	*13,07*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quattro e ventinove centesimi]*	*4,29*	
98	**82.024.010.010.10**	**Solo posa in opera di corpo illuminante, tipo normale o di ... i 5 corpi illuminanti**			
			nr		**14,79**
		%MO 94,42 Costo del personale	*[Euro undici e quattro centesimi]*	*11,04*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro tre e settantacinque centesimi]*	*3,75*	
99	**82.024.010.030.10**	**Solo posa in opera di corpo illuminante, tipo normale o di ... 18 W: oltre i 5 corpi illuminanti**			
			nr		**25,10**
		%MO 93,43 Costo del personale	*[Euro diciotto e cinquantaquattro centesimi]*	*18,54*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro sei e cinquantasei centesimi]*	*6,56*	
100	**82.029.005.005**	**Solo posa in opera di rilevatori in genere di tipo convenzionale ... a 4,00 m di altezza: tipo puntiforme**			
			nr		**22,89**
		%MO 99,26 Costo del personale	*[Euro diciassette e novantasei centesimi]*	*17,96*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quattro e novantatre centesimi]*	*4,93*	
101	**82.029.005.020**	**Solo posa in opera di rilevatori in genere di tipo convenzionale ... sirena, pulsanti e pannello luminoso**			
			nr		**22,97**
		%MO 99,13 Costo del personale	*[Euro diciotto e zero centesimi]*	*18,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quattro e novantasette centesimi]*	*4,97*	
102	**82.029.005.025**	**Solo posa in opera di rilevatori in genere di tipo convenzionale ... tagliafuoco a parete e/o pavimento**			
			nr		**32,46**
		%MO 99,54 Costo del personale	*[Euro venticinque e cinquantaquattro centesimi]*	*25,54*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro sei e novantadue centesimi]*	*6,92*	
103	**82.029.025.005**	**Solo posa in opera di centraline tipo analogico conforme alle ... elettrici del tipo: fino a 2 Loop**			
			nr		**129,56**

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
		%MO 99,61 Costo del personale *[Euro centodue e due centesimi]*		*102,02*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro ventisette e cinquantaquattro centesimi]*		*27,54*	
104	**82.029.030.015**	**Messa in servizio e programmazione di impianti di rivelazione ... apparecchiature in campo : fino a 60**	**nr**		**1.282,20**
		%MO 100,0 Costo del personale *[Euro milletredici e sessanta centesimi]*		*1.013,60*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro duecentosessantotto e sessanta centesimi]*		*268,60*	
105	**Arr**	**Arrotondamento**	**cad.**		**0,01**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro uno centesimo]*		*0,01*	
106	**NP 01**	**Provvista e posa in opera di attacco per autopompa in linea 2"x2 ... e spese generali e di trasporto.**	**cad.**		**1.122,46**
		%MO 31,33 Costo del personale *[Euro duecentosettantotto e zero centesimi]*		*278,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro ottocentoquarantaquattro e quarantasei centesimi]*		*844,46*	
107	**NP 02**	**Saliscendi tagliafuoco scorrevole verticale REI 120 - UNI 9723**	**cad.**		**5.693,46**
		%MO 12,30 Costo del personale *[Euro cinquecentocinquantatre e cinquantanove centesimi]*		*553,59*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro cinquemilacentotrentanove e ottantasette centesimi]*		*5.139,87*	
108	**NP 03**	**Fornitura e posa di idrante antincendio UNI 25 su naspo, tubo ... con tubo semirigido PVC m 20.**	**cad.**		**437,70**
		%MO 8,00 Costo del personale *[Euro ventisette e sessantotto centesimi]*		*27,68*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro quattrocentodieci e due centesimi]*		*410,02*	
109	**NP 04**	**Verifica globale di tutto l'impianto elettrico esistente mediante ... alle certificazioni già esistenti.**	**cad.**		**1.500,00**
		%MO 100,0 Costo del personale *[Euro millecentoottantacinque e settantasette centesimi]*		*1.185,77*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta *[Euro trecentoquattordici e ventitre centesimi]*		*314,23*	
110	**NP 05**	**Provvista e posa di sportello REI 60 da installare al piano terra come da progetto**	**cad.**		**210,00**
		%MO 15,00 Costo del personale *[Euro ventiquattro e novanta centesimi]*		*24,90*	

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario [Euro]	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro centoottantacinque e dieci centesimi]*	*185,10*	
111	**NP 06**	**Oneri di conferimento ad impianto di riciclaggio di materiali ... di demolizioni edilizie in genere.**	**m³**		**20,00**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro venti e zero centesimi]*	*20,00*	
112	**NP 07**	**Linea per alimentazione promisqua come da schema di progetto**	**cad.**		**796,58**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro settecentonovantasei e cinquantotto centesimi]*	*796,58*	
113	**NP 08**	**Interruttori magnetotermici differenziali con dispositivo di ... IDN 0,3 A : tetrapolare fino a 32 A**	**cad.**		**590,34**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro cinquecentonovanta e trentaquattro centesimi]*	*590,34*	
114	**NP 09**	**Fornitura e posa in opera di pannello REI 60 ad una anta per ... standard completo di certificazione.**	**cad.**		**480,00**
		%MO 15,00 Costo del personale	*[Euro cinquantasei e novantadue centesimi]*	*56,92*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro quattrocentoventitre e otto centesimi]*	*423,08*	
115	**NP 11**	**Allestimento di una stanza fornita dalla committenza da ... igienici da parte della committenza.**	**cad.**		**1.500,00**
		%MO 0,00 Costo del personale		*0,00*	
		Importo soggetto a ribasso d'asta	*[Euro millecinquecento e zero centesimi]*	*1.500,00*	

GENOVA 26/03/2015

COMUNE DI GENOVA

AREA TECNICA

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELL' ADEGUAMENTO ANTINCENDIO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO NAZARIO SAURO/FATA MORGANA, IN VIA MEDAGLIE D'ORO DI LUNGA NAVIGAZIONE 1 E 2

(A MISURA)

MAX RIBASSO SU ELENCO PREZZI

Il redattore

~~*Il progettista*~~ COORDINATORE PROGETTAZIONE

Il Responsabile del Procedimento

Genova, lì 30/marzo/2015

PARTE PRIMA
DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

Art 1 - Oggetto dell'appalto

1. L'appalto, a misura, consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per il completamento dell'adeguamento antincendio dell'edificio scolastico Nazario Sauro/Fata Morgana, sito in via Medaglie d'Oro di Lunga Navigazione civici 1 e 2.
2. Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto.

Art 2 - Definizione economica dell'appalto

1. L'importo complessivo stimato dei lavori e delle forniture compresi nell'appalto ammonta a EURO 85.292,24 (diconsi Euro Ottantacinquemiladuecentonovantadue//24), come dal seguente prospetto:

	Lavori a misura		
A.1	Opere edili in genere	Euro	28.019,83
A.2	Impianto idraulico per spegnimento incendi a Naspi	Euro	16.855,67
A.3	Impianti elettrici	Euro	12.783,97
A.4	Impianti speciali	Euro	14.632,77
A	*Totale*	*Euro*	*72.292,24*
B	*Costo del personale (compreso in A)*	*Euro*	23.080,69
C	*Oneri per la sicurezza*	*Euro*	4.400,00
D	*Opere in Economia*	*Euro*	*8.600,00*
E	**Totale complessivo (A+C+D)**	**Euro**	**85.292,24**

2. Il Costo del personale di cui al precedente punto B, già compreso in A, è stato determinato ai sensi dell'art. 82 comma 3bis del Codice dei Contratti e pertanto non sarà soggetto a ribasso.
3. Gli oneri di cui al precedente punto C sono stati determinati ai sensi dell'art. 4, dell'allegato XV, del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 ed ai sensi dell'art. 7, commi 2, 3 e 4, del D.P.R. 3 luglio 2003 n. 222 e individuano la parte del costo dell'opera da non assoggettare a ribasso nelle offerte delle imprese esecutrici.
4. L'ammontare del punto C rappresenta la stima dei costi della sicurezza e sarà liquidato analiticamente a misura sulla base di quanto effettivamente eseguito o sostenuto, rinunciando ad ogni pretesa per quello non attuato.

5. L'importo contrattuale sarà pari alla somma degli importi di cui al punto A al netto del ribasso d'asta come sopra operante, del punto C e del punto D.

Art 3 - Definizione tecnica dell'oggetto dell'appalto

1. Il contratto è stipulato "**a misura**" ai sensi dell'art. 53, comma 4, del D.Lgs. 163/2006.
2. Le opere, oggetto dell'appalto, sono così descritte:
   - Opere edili di adeguamento ai fini antincendio e varie;
   - Adeguamento impianto idranti ai fini antincendio;
   - Adeguamento impianto elettrico ai fini antincendio;
   - Adeguamento impianti speciali ai fini antincendio;

Art 4 - Qualificazione

1. Ai soli fini della qualificazione dell'impresa, si specifica che le lavorazioni di cui al presente Capitolato sono assimilabili alle seguenti categorie:

CATEGORIA		
OG1	€ 41.019,83	48,10%
OS30	€ 27.416,74	32,14%
OS03	€ 16.855,67	19,76%
		100,00 %

Il totale delle categorie sopra indicate risulta pari alla somma di A+C+D del prospetto di cui al precedente art. 2.

ELENCO ATTREZZATURE MINIME IN DOTAZIONE ALL'IMPRESA

L'attrezzatura tecnica adeguata in possesso dell'Impresa che effettua lavori in **categoria OG 1** – Edifici civili e industriali - è la seguente:

1. autocarro o motocarro della portata minima di 10 q.li;
2. betoniera con capacità min. 250 litri;
3. livellatore laser
4. distanziometro elettronico
5. taglia giunti
6. carotatrice
7. sega circolare
8. martello demolitore
9. trancia per acciaio
10. piegatrice
11. taglierina a banco
12. vibratori per calcestruzzo
13. quadri elettrici
14. compressore
15. elevatore a cavalletto (portata min. 200 kg)

Altri equipaggiamenti

16. casseforme per esecuzione muri in getto
17. puntelli a croce
18. legname da carpenteria
19. casseforme in legno completi
20. elementi da ponteggio completi
21. prefabbricati monoblocco ad uso ufficio e mensa
22. servizi igienici
23. trapani perforatori
24. seghe alternative
25. pistole spara chiodi
26. compressore ad aria
27. idropulitrice
28. tubi da ponteggio con morsetti
29. trabattello
30. saldatrici
31. scale di varie misure

inoltre:

Attrezzatura minuta per carpenteria in legno e in ferro;

Attrezzatura minuta per opere di muratura e finiture

L'attrezzatura tecnica adeguata in possesso dell'Impresa che effettua lavori in **categoria OS 30** – impianti interni elettrici, telefonici, radiotelevisivi, tv - è la seguente:

1. Cacciavite cercafase
2. Seghetto
3. Martello
4. Trapano
5. Cassettina con diverse punte per il trapano
6. Chiodi e tasselli
7. Cacciaviti in diverse grandezze
8. Metro
9. Nastro isolante
10. Calibro
11. Torcia a led
12. Guanti in gomma
13. Scalpello per la creazioni di scanalature.
14. Matite per segnare punti di misurazione utili per la sistemazione dei fili.
15. Livella
16. Stagnatore a pistola per piccole saldature su circuiti
17. Sapone liquido per mani per lubrificare i fili ed agevolare il passaggio di quest'ultimi all'interno di tubi e cassette
18. Tester per analizzare l'isolamento e la continuità dei conduttori
19. Occhiali protettivi

20. Mascherina filtrante
21. Materiale per il primo soccorso almeno:
    a. Garze imbevute di disinfettante
    b. Acqua ossigenata o altra soluzione disinfettante
    c. Cerotti
22. Martello a mazzetta
23. Sonda passacavi
24. Chiavi inglesi
25. Nastro carta
26. Chiavi a brugola
27. Forbici da elettricista
28. Confezione di fascette di plastica
29. Tronchese con manici ricoperti da materiale isolante
30. Pinze spelafili
31. 31. Tagliacavi

L'attrezzatura tecnica adeguata in possesso dell'Impresa che effettua lavori in **categoria OS 03** – Impianti idrico sanitari, cucine, lavanderie - è la seguente:

1. Martello demolitore elettrico;
2. Betoniera
3. Elettro montacarichi;
4. Trabatello ad elementi;
5. Scale a sfilo;
6. Saldatrice ad arco;
7. Martello demolitore tipo stradale;
8. Generatore di corrente elettrica;
9. Cannello ossi-acetilenico;
10. Trapano elettrico e a batteria;
11. Flessibili con dischi per taglio materiali di varia natura;

12. Filiera elettrica;

13. Attrezzatura manuale per lavori di impiantistica idraulica;

14. Attrezzi di uso comune.

Art 5 - Interpretazione del progetto

In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

Art 6 - Documenti che fanno parte del contratto

1. Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:
   a) il capitolato generale d'appalto approvato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145;
   b) il presente capitolato speciale d'appalto;
   c) gli articoli, da 1 a 12 compreso, del "Capitolato di Sicurezza" del Comune di Genova, approvato con deliberazione della Giunta Comunale n. 877 del 4 giugno 1998.
   d) tutti gli elaborati progettuali sotto elencati:
      - Tav. RL-DSC-E Relazione Illustrativa
      - Tav. RL-QE-E Quadro Economico
      - Tav. RL-CRP-E Cronoprogramma
      - Tav. 1-E Ar Opere Edili –Piante Piani Terra e Primo
      - Tav. 2-E Ar Opere Edili – Piante Piano Secondo
      - Tav. 1-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Piante Piani Terra, Primo e Secondo
      - Tav. 2-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare QE Protezione Linea
      - Tav. 3-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare QE Generale
      - Tav. 4-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare QE Piano Primo
      - Tav. 5-E El Adeguamento Impianto Elettrico –Schema unifilare QE Cucine
      - Tav. 1-E Sp Adeguamento Impianti Speciali –Piante Piani Terra, Primo e Secondo
      - Tav. 1-E Id Adeguamento Impianto Idranti – Piante Piani Terra, Primo e Secondo
      - Tav. 2-E Id Adeguamento Impianto Idranti – Schema unifilare
      - Tav. 3-E Id Adeguamento Impianto Idranti – Planimetria Generale
      - Tav. RL-ID-E Relazione di calcolo impianto idranti
      - Tav. RL-EI-E Relazione di calcolo impianti elettrici e speciali
   e) Tav. RL-EP-E Elenco Prezzi Unitari indicante, per ogni singola lavorazione, la quota di costo del personale, non soggetta a ribasso;
   f) Tav. RL-PS-E Piano di Sicurezza e Coordinamento redatto in conformità alla vigente normativa;
2. Non fanno parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:
   - il Computo metrico
   - il Computo metrico estimativo;
3. I documenti di cui ai precedenti punti non si allegano avvalendosi del disposto di cui all'art. 99 del R.D. 23 maggio 1924 n. 827.

Art 7 - Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

1. La partecipazione alla gara d'appalto equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
2. Esperita la gara, l'Amministrazione appaltante provvederà all'aggiudicazione dell'appalto e, previa sottoscrizione del verbale di cui all'art. 106, comma 3, del D.P.R. 207/2010, alla stipula del contratto.

Art 8 - Documentazione propedeutica per la consegna dei lavori

1. L'Amministrazione potrà procedere, in caso di urgenza, alla consegna dei lavori sotto le riserve di legge di cui all'art. 153 del D.P.R. 207/2010, restando così inteso che l'Appaltatore si obbliga ad accettare la consegna dei lavori anche nelle more della stipulazione del contratto; il direttore dei lavori indicherà espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.
2. All'atto della consegna dei lavori l'appaltatore dovrà aver già consegnato alla stazione appaltante la documentazione relativa ai piani di sicurezza previsti dall'art. 131 del D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163.
3. L'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denunzia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, la Cassa Edile nonchè quant'altro richiesto dalla Direzione dei Lavori o dal Responsabile del Procedimento in ordine alla normativa vigente ed agli obblighi di cui al presente capitolato speciale;
4. Prima della consegna dei lavori, la Direzione Lavori trasmetterà all'appaltatore i documenti contabili affinchè lo stesso provveda, a propria cura e spese, alla relativa bollatura presso gli uffici del registro ai sensi dell'art. 2215 del codice civile.

Art 9 - Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore

1. Entro 15 giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque prima dell'inizio effettivo dei lavori, l'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.
2. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
   A) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
   B) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;
   C) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti

diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;

D) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;

E) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'art. 92 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

Qualora l'appaltatore non abbia ottemperato a quanto sopra entro 10 giorni dalla richiesta scritta della Direzione lavori, sarà applicata la stessa penale giornaliera prevista dallo schema di contratto per il ritardo sull'ultimazione dei lavori.

Art 10 - Valutazione dei lavori a misura

1. La misurazione e la valutazione dei lavori a misura sono effettuate secondo le specificazioni date nelle norme del capitolato speciale e nell'enunciazione delle singole voci in elenco; in caso diverso sono utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in loco, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.
2. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.
3. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.
4. La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari dell'elenco dei prezzi contrattuale di cui al precedente art. 6, redatto nel rispetto del comma 3bis dell'art. 83 del D.P.R. 207/2010, che evidenzia la parte di prezzo riferita al "costo del personale" non soggetto a ribasso.

Art 11 - Valutazione dei lavori in economia

1. Per i lavori in economia verranno applicati i costi della mano d'opera desunti, per gli operai edili, dalla tabella periodica pubblicata dall'Associazione dei Costruttori Edili della Provincia di Genova, per gli operai metalmeccanici, dalla tabella periodica dell'Associazione Industriali della Provincia di Genova, per gli operai florovivaisti, dal prezzario regionale edito dall'Unione Regionale delle Camere di Commercio della Liguria, vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori, aumentati del 15% per spese generali e di un ulteriore 10% per utili dell'impresa, per una percentuale complessiva del 26,50%
2. Tali prezzi comprendono ogni spesa per fornire gli operai delle attrezzature di lavoro e dei dispositivi di protezione individuali di cui all'art. 18 comma 1 lett. d) del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, per il loro nolo e manutenzione, per l'assistenza e sorveglianza sul lavoro, per l'illuminazione del cantiere, per assicurazioni e contributi sociali ed assistenziali, per ferie ed assegni familiari e per ogni altro onere stabilito per legge a carico del datore di lavoro.
3. Ai sensi dell'art. 179 del D.P.R. 207/2010, i lavori in economia a termini di contratto, non danno luogo ad una valutazione a misura, ma sono inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, trasporti e noli, sono liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento

dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

4. I prezzi dei materiali, dei trasporti e dei noli saranno desunti dal Prezzario Regionale edito dall'Unione Regionale delle Camere di Commercio della Liguria **anno 2014** al lordo del ribasso offerto in sede di gara.
5. Dette prestazioni verranno inserite in contabilità nell'acconto immediatamente successivo la loro esecuzione e/o somministrazione.

Art 12 - Norme di sicurezza

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.
2. L'appaltatore è obbligato a fornire alla Stazione appaltante, entro 30 giorni dall'aggiudicazione, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e una dichiarazione in merito al rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali previsti dalle leggi e dai contratti in vigore.
3. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.
4. L'Amministrazione appaltante fornirà, ai sensi dell'art. 90 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e, se necessario, il Piano Generale di Sicurezza, nonché il fascicolo informativo.
5. E' obbligo dell'impresa appaltatrice attenersi alle disposizioni del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 nonché a quelle impartite dal Coordinatore in materia di Sicurezza e di Salute durante la realizzazione dell'opera designato ai sensi del terzo comma dell'art. 90 del medesimo D.Lgs; nel rispetto di tali norme i suddetti obblighi valgono anche per le eventuali imprese subappaltatrici.
6. In conformità al comma 5 dell'art. 100 D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, l'impresa appaltatrice può presentare, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, proposte di integrazione al Piano di Sicurezza e al Piano di Coordinamento, ove ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza. In nessun caso le eventuali integrazioni possono giustificare modifiche o adeguamento dei prezzi pattuiti.
7. Entro il medesimo termine di cui sopra, l'appaltatore deve redigere e consegnare alla Civica Amministrazione, ai sensi del citato art. 131 del D.Lgs. 163/2006, il piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Detto piano, complementare di dettaglio al piano di sicurezza di cui al primo comma del presente articolo, farà parte integrante del contratto di appalto.
8. Il direttore tecnico del cantiere (che dovrà risultare indicato anche sui cartelli di cantiere) è responsabile del rispetto dei piani da parte di tutte imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.
9. Le imprese esecutrici devono comunque, nell'esecuzione dei lavori di qualsiasi genere, adottare tutti gli accorgimenti più idonei per garantire la tutela della salute e la sicurezza operai, delle persone addette ai lavori e dei terzi, nonché evitare danni ai beni pubblici e privati, secondo quanto disposto dalla vigente normativa.
10. Resta inteso che ogni più ampia responsabilità ricadrà sull'appaltatore, il quale dovrà pertanto provvedere ai risarcimenti del caso, manlevando la Civica Amministrazione, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori, da ogni responsabilità.
11. E' fatto obbligo all'impresa di lasciare il libero accesso al cantiere ed il passaggio nello stesso per l'attività di vigilanza ed il controllo dell'applicazione delle norme di legge e contrattuali sulla prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro ai componenti del comitato paritetico territoriale

costituito a norma del contratto nazionale del lavoro e del contratto integrativo per la circoscrizione territoriale della Provincia di Genova.

12. E' obbligo dell'impresa esecutrice presentare all'atto consegna formale dei lavori una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavori effettuate all'Inps, all'Inail e alla Cassa edile, nonchè una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti.

Art 13 - Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori

1. Nei casi di rescissione del contratto o di esecuzione di ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla Stazione appaltante è fatta all'appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.
2. In relazione a quanto sopra, alla data comunicata dalla Stazione appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il direttore dei lavori e l'appaltatore o suo rappresentante ovvero, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature dei e mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della Stazione appaltante per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.
3. Nei casi di rescissione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'appaltatore, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della Stazione appaltante, nel seguente modo:
   A) ponendo a base d'asta del nuovo appalto l'importo lordo dei lavori di completamento da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;
   B) ponendo a carico dell'appaltatore inadempiente:
      1) l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'appaltatore inadempiente;
      2) l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;
      3) l'eventuale maggiore onere per la Stazione appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.
4. Il contratto è altresì risolto qualora, per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione, come definite dall'art. 132 del D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163, si rendano necessari lavori suppletivi che eccedano il quinto dell'importo originario del contratto. In tal caso, proceduto all'accertamento dello stato di consistenza ai sensi del comma 5 del citato art. 132 del D.lgs.

163/2006 , si procede alla liquidazione dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10 per cento dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto.

5. Il Comune di Genova potrà procedere alla risoluzione del contratto qualora emerga, anche a seguito degli accessi ispettivi nei cantieri, l'impiego di manodopera con modalità irregolari o il ricorso a forme di intermediazione abusiva per il reclutamento della manodopera.
6. In applicazione del protocollo di legalità per la prevenzione dei tentativi di infiltrazione della criminalità organizzata nel settore degli appalti e delle concessioni dei lavori pubblici, sottoscritto tra la Prefettura di Genova - Ufficio territoriale del Governo di Genova - e il Comune di Genova, il reiterarsi della mancata o difforme comunicazione dei dati di cui all'art. 16 comma 2/vv del presente C.S.A. da parte delle imprese esecutrici può costituire motivo di risoluzione del contratto.

Art 14 - Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

1. Per la partecipazione alla gara d'appalto di cui al presente Capitolato Speciale, non è riconosciuto alcun compenso, né rimborso spese.
2. L'Appaltatore dovrà provvedere a quanto segue, restando inteso che gli oneri conseguenti si intendono compensati e quindi ricompresi nel corrispettivo contrattuale, fatto salvo quanto già valutato in materia di sicurezza:
   a) alla esecuzione di rilievi, indagini, saggi e quanto altro occorrente e propedeutico alla formulazione dell'offerta;
   b) alla formazione del cantiere adeguatamente attrezzato e recintato in relazione alla natura dell'opera e in conformità alle vigenti disposizioni in materia;
   c) a mantenere nel territorio comunale un adeguato magazzino, che potrà essere ubicato anche all'interno del cantiere, ed essere reperibile direttamente, ovvero a mezzo del Direttore Tecnico del cantiere, al fine di consentire la tempestiva predisposizione, d'intesa con la Direzione Lavori, degli eventuali provvedimenti che si rendessero necessari per cause di forza maggiore interessanti il cantiere in oggetto;
   d) all'allestimento di un locale, anche in uno esistente indicato dalla Direzione Lavori, ad uso ufficio di cantiere, dotato almeno delle seguenti attrezzature:
      - piano di lavoro 2.00 x 1.20 ml;
      - n° 4 sedie con schienali anatomici;
      - riscaldamento;
      - un armadio con chiusura;
      - telefono;
      - porta di accesso con chiusura.

      Tale locale e la relativa dotazione dovranno risultare a norma ai sensi del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e sue successive modificazioni e integrazioni;
   e) alla fornitura ed al collocamento, nella zona dei lavori in corso, di una tabella del tipo e delle dimensioni prescritte dalla Direzione Lavori.
   f) ad ottenere la concessione dei permessi per occupazione temporanea di suolo pubblico, rottura suolo e per passi carrabili, concessioni e autorizzazioni che saranno rilasciate a titolo gratuito.
   g) ad ottenere autorizzazione anche in deroga ai limiti massimi di esposizione al rumore di cui al DPCM 1 marzo 1991 e s.m.e i., nonché ogni altra autorizzazione o concessione necessaria per la realizzazione dell'opera ed a corrispondere le tasse ed i diritti relativi.
   h) alla conservazione del traffico nelle zone interessate dai lavori secondo le disposizioni della Direzione Lavori e del Comando della Polizia Municipale;
   i) alle opere provvisionali ordinate dalla Direzione Lavori per garantire la continuità dei pubblici servizi, inclusi quelli d'emergenza, e del transito dei veicoli e dei pedoni.

j) ai rilievi, tracciati, verifiche, esplorazioni, capisaldi e simili che possono occorrere, anche su motivata richiesta del direttore dei lavori o dal responsabile del procedimento o dall'organo di collaudo, dal giorno in cui comincia la consegna fino al compimento del collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione, di tutte le utenze pubbliche e private in sottosuolo e/o soprassuolo interessanti le opere in oggetto, intendendosi a completo carico dell'Appaltatore medesimo gli eventuali spostamenti, ricollocazioni, opere provvisionali e/o definitive, comunque strutturate ed eseguite, necessari per l'eliminazione delle interferenze determinate dall'esecuzione dei lavori oggetto d'appalto, nonché ogni onere e danno dipendenti dalle utenze o a queste provocati;

k) alla segnalazione e delimitazione diurna e notturna dei lavori e degli ingombri sulle sedi stradali nel rispetto del D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 "Nuovo codice della Strada" e dal D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 "Regolamento per l'esecuzione del Nuovo Codice della Strada" e loro successive modificazioni ed integrazioni;

l) al risarcimento dei danni di ogni genere ai proprietari i cui immobili fossero in qualche modo danneggiati durante l'esecuzione dei lavori; l'Appaltatore è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi e delle strutture e fabbricati esistenti in prossimità degli stessi e dovrà di conseguenza operare e predisporre armature di sostegno e di contenimento in maniera e quantità tale da garantire la sicurezza delle opere;

m) a curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni a terzi; in ogni caso egli è tenuto a sollevare la stazione appaltante da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e liti che avessero ad insorgere. Dovrà altresì curare l'esaurimento delle acque superficiali, di infiltrazione o sorgive, per qualunque altezza di battente da esse raggiunta, concorrenti nel sedime di imposta delle opere di cui trattasi, nonché l'esecuzione di opere provvisionali per lo sfogo e la deviazione preventiva di esse dal sedime medesimo, dalle opere e dalle aree di cantiere;

n) alla conservazione e consegna all'Amministrazione appaltante degli oggetti di valore intrinseco, archeologico o storico che eventualmente si rinvenissero durante l'esecuzione dei lavori;

o) alla protezione del cantiere e dei ponteggi mediante idonei sistemi antintrusione;

p) all'esecuzione in cantiere e/o presso istituti incaricati, di tutti gli esperimenti, assaggi e controlli che verranno in ogni tempo ordinato dalla Direzione Lavori sulle opere, materiali impiegati o da impiegarsi nella costruzione, in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi, nonché sui campioni da prelevare in opera. Quanto sopra dovrà essere effettuato su incarico della Direzione Lavori a cura di un Laboratorio tecnologico di fiducia dell'Amministrazione. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'Ufficio di direzione munendoli di sigilli a firma della Direzione Lavori e dell'Impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità; il tutto secondo le norme vigenti.

q) alla fornitura di tutto il personale idoneo, nonché degli attrezzi e strumenti necessari per rilievi, tracciamenti e misurazioni relativi alle operazioni di consegna, verifica, contabilità e collaudo dei lavori;

r) alla fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nonché delle opere ultimate nel numero che di volta in volta sarà indicato dalla Direzione Lavori;

s) alla pulizia giornaliera del cantiere anche ai fini antinfortunistici;

t) alla presentazione di progetti di opere ed impianti nonché delle eventuali varianti che si rendessero necessarie, alla istruzione delle pratiche relative da presentare all'I.S.P.E.S.L., alla A.S.L. competente, al Comando Vigili del Fuoco, ed all'esecuzione di lavori di modifica e/o varianti richieste, sino al collaudo delle opere ed impianti con esito positivo.

u) al pagamento di compensi all'I.S.P.E.S.L., alla A.S.L. competente, al Comando Vigili del Fuoco, relativi a prestazioni per esame suppletivo di progetti o visite di collaudo ripetute, in esito a precedenti verifiche negative.

v) alla presentazione di progetti degli impianti, ai sensi della Legge n. 17/2007 e successivo regolamento di attuazione approvato con Decreto del ministero dello sviluppo economico del 22 gennaio 2008 n. 37, sottoscritto da tecnico abilitato.

w) al rilascio di "dichiarazione di conformità" sottoscritte da soggetto abilitato (installatore), e, corredate dal rispettivo progetto sottoscritto da tecnico abilitato, per gli impianti tecnici oggetto di applicazione della legge n. 17/2007;

x) ad attestare, ad ultimazione di lavori, con apposita certificazione sottoscritta da tecnico abilitato, l'esecuzione degli impianti elettrici nel rispetto ed in conformità delle Leggi 1.3.68 n. 186 (norme C.E.I.), n. 17/2007 e Decreto del ministero dello sviluppo economico del 22 gennaio 2008 n. 37;

y) a denunciare, ove previsto dal D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, l'impianto di terra, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, di edifici e di grandi masse metalliche, al competente Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL) provvedendo all'assistenza tecnica, ai collaudi relativi, fino all'ottenimento di tutte le certificazioni o verbali di cui l'opera necessiti;

z) al lavaggio accurato giornaliero delle aree pubbliche in qualsiasi modo lordate durante l'esecuzione dei lavori;

aa) al mantenimento dell'accesso al cantiere, al libero passaggio nello stesso e nelle opere costruite od in costruzione per le persone addette a qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, nonché per le persone che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione appaltante;

bb) ad assicurare, su richiesta della Direzione Lavori, l'uso parziale o totale, da parte delle imprese o persone di cui al precedente comma, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori che l'Amministrazione appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di ditte, senza che l'appaltatore possa pretendere compenso alcuno. L'eventuale mano d'opera richiesta dalla Direzione Lavori, in aiuto alle imprese che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione, verrà contabilizzata in economia. L'Amministrazione appaltante si riserva altresì di affidare a soggetti terzi la realizzazione, manutenzione e sfruttamento pubblicitario dei teli di copertura dei ponteggi.

cc) al ricevimento in cantiere, scarico e trasporto nei luoghi di deposito, situati nell'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della Direzione Lavori. L'eventuale mano d'opera richiesta dalla Direzione Lavori, in aiuto alle imprese che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione, verrà contabilizzata in economia.

dd) alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali, forniture ed opere escluse dal presente appalto, ma provviste od eseguite da altre ditte per conto dell'Amministrazione appaltante. I danni, che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati ai materiali forniti ed ai lavori compiuti da altre ditte, dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'appaltatore;

ee) all'uso anticipato delle opere su richiesta della Direzione Lavori, senza che l'appaltatore abbia per ciò diritto a speciali compensi. Esso potrà però richiedere che sia constatato lo stato delle opere stesse per essere garantito dagli eventuali danni che potessero derivargli.

ff) alla redazione di elaborati grafici, sottoscritti da tecnici abilitati, illustranti lo stato finale dell'opera nelle sue componenti architettoniche, strutturali, ed impiantistiche (di detti elaborati saranno fornite tre copie cartacee, una copia riproducibile in poliestere ed una copia su supporto magnetico);

gg) alla manutenzione e buona conservazione dei lavori eseguiti, con particolare riferimento degli impianti sino al collaudo;

hh) alla realizzazione di tutti gli interventi che si rendessero necessari in relazione alla entrata in funzione di impianti la cui realizzazione e/o modifica e/o sostituzione sia prevista nell'ambito delle opere appaltate, al fine di garantirne il relativo corretto funzionamento nonché l'utilizzo da parte dell'utenza e l'accettazione da parte dell'Ente Gestore;

ii) alla completa e generale pulizia dei locali e/o dei siti oggetto di intervento, durante il corso dei lavori, in corrispondenza di eventuali consegne anticipate e comunque a lavori ultimati;

jj) a dare la possibilità ai vari Enti gestori delle utenze presenti in sottosuolo (fognarie, acquedottistiche, gas, Enel, telecomunicazioni) di eseguire lavorazioni sulle proprie reti nell'ambito del cantiere;

kk) a tenere conto delle posizioni in sottosuolo dei sottoservizi indicati nelle planimetrie di massima fornite dagli Enti e dovrà quindi eseguire gli scavi con cautela considerando possibili difformità da quanto rappresentato sugli elaborati grafici; pertanto nel caso di danni causati alle condotte e relative interruzioni non potrà esimersi dal risponderne;

ll) a garantire sempre la sicurezza dei percorsi pedonali e di quelli carrabili per l'approvvigionamento delle attività produttive e commerciali;

mm) sarà tenuta a fare campionature di tutte le lavorazioni che verranno eseguite;

nn) a mantenere ed adeguare anche momentaneamente le condotte degli impianti comunali o dichiarati tali dalla D.L.;

oo) a concordare con gli enti preposti, prima e/o durante i lavori, la posa delle condotte per l'impianto dell'illuminazione pubblica e per lo smaltimento acque bianche;

pp) a sgomberare completamente il cantiere da materiali, mezzi d'opera e impianti di sua proprietà o di altri, non oltre 15gg dal verbale di ultimazione dei lavori;

qq) al risarcimento di eventuali danni a cose e/o persone causati durante i lavori;

rr) a sua cura e spese al rifacimento/ripristino/sostituzione di tutto ciò non dichiarato idoneo da parte della D.L. (danni dovuti a negligenze e/o inadempienze, causati a materiali forniti e a lavori compiuti da altre ditte);

ss) sarà obbligata a sua cura e spese a provvedere allo spostamento di eventuali pannelli pubblicitari, fioriere, dissuasori, etc. oltre a quanto già previsto negli elaborati progettuali;

tt) a sua cura e spese a spostare i contenitori dell'AMIU presenti nella via e nella piazza, tutte le volte che la D.L. ne farà richiesta;

uu) in caso di richiesta della Civica Amministrazione, l'appaltatore sarà obbligato ai seguenti oneri particolari: sospensione dei lavori nel periodo compreso tra la festa dell'Immacolata Concezione e l'Epifania in occasione delle festività natalizie, con l'obbligo di ultimazione e messa in sicurezza dei tratti di pavimentazione stradale/pedonale già interessati dai lavori;

vv) in applicazione del protocollo di legalità per la prevenzione dei tentativi di infiltrazione della criminalità organizzata nel settore degli appalti e delle concessioni dei lavori pubblici, che sarà sottoscritto tra la Prefettura di Genova – Ufficio territoriale del Governo di Genova - e il Comune di Genova, le imprese esecutrici, prima dell'avvio dei lavori, forniranno attraverso un sistema informatico, appositamente approntato,i dati relativi alla ditta, nonché le informazioni sui mezzi che verranno impiegati e sui lavoratori da occupare nei cantieri. Per le comunicazioni di cui al comma precedente, l'Appaltatore provvederà a nominare un responsabile di cantiere, il quale trasmetterà, con cadenza settimanale e secondo l'apposita procedura informatica, al Comune e alla Prefettura – UTG di Genova, entro le ore 18,00 del venerdì precedente, ogni utile e dettagliata indicazione relativa alle opere da realizzare con l'indicazione della ditta, di qualunque automezzo che comunque avrà accesso al cantiere, dei dipendenti che vi saranno impegnati, nonché delle persone autorizzate all'accesso per un altro motivo. Il Responsabile di cantiere ha l'obbligo di comunicare, senza alcun ritardo, e comunque entro le ore 18,00 del giorno antecedente,

ogni eventuale variazione relativa ai dati inviati. I suddetti dati saranno oggetto di accertamenti e verifiche da parte del Gruppo interforze. Il Comune trasmetterà alla Prefettura e/o Organi Competenti, i verbali redatti a seguito delle ispezioni condotte dal Coordinatore per la sicurezza;

ww) qualora l'impresa non disponga già di un "Registro dei getti di conglomerato cementizio", nell'ambito dei documenti utili alla certificazione di qualità da parte del SINCERT, l'impresa stessa dovrà tenere apposito documento sul quale annotare data del getto, parte d'opera, quantità, tipo di cemento e resistenza, slump, rif. del prelievo ed eventuali annotazioni, anche al fine di garantire una pronta rintracciabilità dei getti stessi e la loro associazione alla parte di opera.

COMUNE DI GENOVA

AREA TECNICA

SCHEMA DI CONTRATTO D'APPALTO PROCEDURA NEGOZIATA

COMUNE DI GENOVA

Appalto fra il Comune di Genova e l'Impresa ..... per l'esecuzione degli interventi per il completamento dell'adeguamento antincendio dell'edificio scolastico Nazario Sauro/ Fata Morgana, in Via Medaglie d'Oro di Lunga Navigazione civici 1 e 2.

L'anno 2015, con la presente scrittura privata da registrarsi in solo caso d'uso,

tra

- **il COMUNE DI GENOVA**, nella veste di stazione appaltante, con sede in Genova, Via Garibaldi n. 9, Codice Fiscale 00856930102, rappresentato dal ....., nat... a ..... il ..... e domiciliat.... presso la sede del Comune, nella qualità di Dirigente, in esecuzione della determinazione dirigenziale della Direzione Lavori Pubblici - Settore Ristrutturazioni e Risanamenti n. ..... - ..... -..... in data ..... ed esecutiva dal ..... ***(inserire provvedimento di aggiudicazione definitiva)***

e

- l'Impresa ...., di seguito per brevità denominata Impresa ....., con sede in ..... - ....., n. ..... - C.A.P. ..... - codice fiscale e numero di iscrizione al Registro delle Imprese presso la Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura di ..... n. ....., rappresentata dal ....., nato/a a ..... (.....) il giorno ....., e domiciliato presso la sede dell'Impresa in qualità di .....;

(in alternativa in caso di procura)

e domiciliato presso la sede dell'Impresa in qualità di Procuratore Speciale / Generale, munito degli idonei poteri a quanto infra in forza di Procura Speciale / Generale autenticata nella firma dal / a rogito Dott. ....., Notaio in ....., iscritto presso il Collegio dei Distretti Notarili Riuniti di ....., in data ....., Repertorio n. ..... - Raccolta n. ....., registrato all'Agenzia delle Entrate di ..... al n. ..... Serie ....., che, in copia conforme all'originale / in originale, debitamente bollata, si allega al presente atto sotto la lettera " " perché ne formi parte integrante e sostanziale;

(in alternativa in caso di aggiudicazione a un raggruppamento temporaneo d'imprese)

- tale Impresa ....., compare nel presente atto in proprio e in qualità di Capogruppo mandataria del Raggruppamento Temporaneo tra le Imprese:

....., come sopra costituita per una quota di .....;

..... con sede in ....., via ..... C.A.P. ..... codice fiscale e numero di iscrizione al Registro delle Imprese presso la Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura di ..... numero ..... in qualità di mandante per una quota di .....

- tale costituita ai sensi

con contratto di mandato collettivo speciale gratuito, irrevocabile con rappresentanza a Rogito Notaio ....., Notaio in ....., in data ....., Repertorio n. ....., Raccolta n. ....., registrato all'Ufficio di Registro di ..... in data

....., che, in copia conforme all'originale, debitamente bollato si allega sotto la lettera " " perché ne formi parte integrante e sostanziale.

- tale costituitosi ai sensi della vigente normativa con contratto di mandato collettivo speciale gratuito, irrevocabile con rappresentanza a Rogito Notaio ....., Notaio in ....., in data ....., Repertorio n. ....., Raccolta n. ....., registrato all'Ufficio di Registro di ..... in data ....., che, in copia conforme all'originale, debitamente bollato si allega sotto la lettera "...." perché ne formi parte integrante e sostanziale.

PREMESSO

- che con determinazione dirigenziale del Settore Ristrutturazioni e Risanamenti n. 2015/176.3.0./.... in data ....., esecutiva, è stato approvato il progetto esecutivo degli interventi per il completamento dell'adeguamento antincendio dell'edificio scolastico Nazario Sauro/ Fata Morgana, in Via Medaglie d'Oro di Lunga Navigazione civici 1 e 2., per un importo complessivo dei lavori posto a base di gara, da contabilizzare a misura, di Euro 85.292,24 (ottantacinquemiladuecentonovantadue/*24*), di cui Euro 23.080,69 (ventitremilaottanta/69*)* per spese relative al costo del personale, non soggette a ribasso di gara ai sensi dell'art. 82, comma 3-bis, D.Lgs. 163/2006, Euro 4.400,00 (quattromilaquattrocento/*00)* per oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza, non soggetti a ribasso, Euro 8.600,00 per opere in economia, liquidabili ai sensi dell'art. 179 D.P.R. 207/2010, il tutto oltre I.V.A.;

- che con il sopra citato provvedimento si è altresì stabilito di procedere all'aggiudicazione dei suddetti lavori mediante procedura negoziata, ai sensi dell'art. 122, comma 7, del D.Lgs 163/2006, alle condizioni ed oneri del Capitolato

Speciale d'Appalto e Schema di Contratto allegati al suddetto provvedimento, con il criterio di aggiudicazione del prezzo più basso, determinato, ai sensi dell'art. 82, comma 2, lett.a), del D.Lgs 163/2006, mediante ribasso sull'elenco prezzi, anch'esso allegato al ridetto provvedimento, con esclusione automatica dalla gara, ai sensi dell'art. 122, comma 9, D.Lgs. 163/2006, delle offerte che presentano una percentuale di ribasso pari o superiore alla soglia di anomalia individuata ai sensi dell'art. 86 D.Lgs. cit.;

- che il giorno .....ebbe luogo, in conformità a quanto previsto dalla lettera di invito di cui alla nota PEC in data .....-prot. n. ....., la gara della procedura negoziata per il conferimento in appalto dei suddetti lavori, e che, in base alle risultanze della gara, riportate in apposito verbale, prot. NP n. .....

- che con successiva determinazione dirigenziale del Settore Ristrutturazioni e Risanamenti n. 2015/176.3.0/ in data ....., esecutiva, il Comune ha aggiudicato definitivamente l'appalto di cui trattasi all'Impresa ..... e che, avendo avuto esito positivo gli accertamenti effettuati ai sensi dell'art. 11, comma 8, D.Lgs. 163/2006, il provvedimento stesso è divenuto efficace;

- che sono stati compiuti gli adempimenti di cui all'art. 79, comma 5, lettera a), del D.Lgs. n. 163/2006 e s.m.i. e che sono decorsi almeno trentacinque giorni dall' invio dell'ultima di tali comunicazioni;

Quanto sopra premesso e confermato quale parte integrante del presente atto, le Parti, come sopra rappresentate, convengono e stipulano quanto segue.

TITOLO I - DISPOSIZIONI GENERALI

Articolo 1- Oggetto del contratto.

1. Il Comune di Genova affida in appalto all'Impresa ..... che, avendo sottoscritto in data ..... . il verbale di cui all'articolo 106, comma 3, del D.P.R.. 207/2010, accetta senza riserva alcuna, l'esecuzione degli interventi per il completamento dell'adeguamento antincendio dell'edificio scolastico Nazario Sauro/ Fata Morgana, in Via Medaglie d'Oro di Lunga Navigazione civici 1 e 2.

L'Impresa .....si impegna alla loro esecuzione alle condizioni di cui al presente contratto e agli atti a questo allegati o da questo richiamati.

Articolo 2- Capitolato d'appalto.

1. L'appalto viene conferito e accettato sotto l'osservanza piena, assoluta, inderogabile e inscindibile, del presente contratto, e- per quanto da esso non disciplinato- delle norme, condizioni, patti, obblighi, oneri e modalità dedotti e risultanti dal Capitolato Generale approvato con D.M. LL.PP. 145/2000, in quanto vigente e compatibile con le disposizioni di cui al D.Lgs. 163/2006, dalle previsioni delle tavole grafiche progettuali depositate agli atti del Settore Ristrutturazioni e Risanamenti, dal Capitolato Speciale d'Appalto unito alla determinazione dirigenziale n. 2015/176.3.0/.... in data....., nonché alle condizioni di cui alla determinazione dirigenziale n. 2015/176.3.0/... in data ....., atti tutti che l'Impresa dichiara di conoscere e di accettare e che qui si intendono integralmente riportati e trascritti con rinuncia a qualsiasi contraria eccezione.

2. Sono estranei al contratto e non ne costituiscono in alcun modo riferimento negoziale il computo metrico e il computo metrico estimativo allegati al progetto.

Articolo 3- Ammontare del contratto.

1. L'importo contrattuale, al netto dell'I.V.A. e fatta salva la liquidazione finale, ammonta ad Euro .....(...../.....), di cui Euro 23.080,69

(ventitremilaottanta/69) per spese relative al costo del personale, Euro 4.400,00 (quattromilaquattrocento/00) per oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza, Euro 8.600,00 per opere in economia.

2. Il contratto è stipulato "**a misura**" ai sensi dell'art.53, quarto comma-2° periodo, del D.Lgs. 163/2006, per cui i prezzi unitari di cui all'elenco prezzi integrante il progetto, con l'applicazione del ribasso offerto dall'appaltatore in sede di gara, costituiscono l'elenco dei prezzi unitari contrattuali.

Articolo 4. Variazioni al progetto ed al corrispettivo.

1.. Qualora il Comune di Genova, per il tramite della Direzione dei Lavori, richiedesse e ordinasse modifiche o varianti in corso d'opera, fermo restando il rispetto delle condizioni e della disciplina di cui all'art. 132 del D.Lgs. 163/2006, le stesse verranno concordate e successivamente liquidate ai prezzi di contratto, ma se comportano categorie di lavorazioni non previste o si debbono impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale, si procederà alla formazione di nuovi prezzi a norma dell'art. 163 del D.P.R. 207/2010.

2. In ogni caso trova applicazione, verificandosene le condizioni, la disciplina di cui agli artt. 43 comma 8, 161 e 162 del D.P.R. 207/2010.

3. L'elenco dei prezzi unitari, ancorché costituito dai prezzi unitari offerti dall'appaltatore in sede di gara, è vincolante per la valutazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ai sensi dell'art. 132 del D.Lgs. 163/2006.

TITOLO II - RAPPORTI TRA LE PARTI

Articolo 5. Termini per l'inizio e l'ultimazione dei lavori.

1. I lavori devono essere consegnati con le modalità di cui all'art. 153 del D.P.R.

207/2010 e iniziati entro 45 giorni dalla stipula del presente contratto.

(in alternativa, per i lavori urgenti da iniziare nelle more della stipulazione del contratto)

1. I lavori sono consegnati e iniziati prima della stipulazione del contratto, per i motivi descritti nel verbale di consegna sottoscritto in data ..... che qui s'intende integralmente riportato, ai sensi dell'art., 11 comma 9, D.Lgs. 163/2006 ed art. 153, comma 1 e 4, del 207/2010.

Il Comune ha costituito, ai sensi dell'art. 147 del D.P.R. 207/2010, l'Ufficio di Direzione Lavori, preposto alla direzione ed al controllo tecnico contabile ed amministrativo dei lavori secondo le norme del presente contratto e da esso richiamate. In particolare, tale Ufficio dovrà garantire, attraverso specifiche figure professionali, un'adeguata presenza nell'ambito del cantiere al fine di verificare il rispetto delle norme di conduzione e gestione tecnica dell'appalto, soprattutto con riferimento al rispetto delle disposizioni contenute nei piani di sicurezza e/o di quelle espressamente impartite dal Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione. Inoltre il Direttore dei Lavori potrà avvalersi discrezionalmente, per accertamenti, senza obbligo di preavviso nei confronti dell'appaltatore, di personale della Polizia Municipale, munito di titoli professionali adeguati, il quale opererà col supporto tecnico del Coordinatore della Sicurezza in fase operativa, ovvero del personale ispettivo del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale. In particolare, oltre agli accertamenti relativi alle condizioni di sicurezza del cantiere, il Direttore dei Lavori, anche attraverso il supporto del suddetto personale, verificherà l'impiego di personale autorizzato in cantiere, il cui elenco dovrà essere comunicato dall'Impresa all'atto della consegna dei lavori e ogni qualvolta vi siano delle modificazioni. In particolare, l'elenco dovrà essere correlato dei rispettivi nulla

osta o contratti di assunzione. A tal fine, l'Impresa appaltatrice e le eventuali imprese subappaltatrici dovranno fornire ai lavoratori impiegati un cartellino di riconoscimento che dovrà essere sempre tenuto in posizione visibile da parte dei lavoratori operanti nel cantiere medesimo. Detto cartellino dovrà indicare le generalità del dipendente, nome, cognome, fotografia ed impresa di appartenenza e relativo contratto applicato nonché la data di assunzione e, in caso di subappalto, la relativa autorizzazione.

Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nel cantiere, i quali dovranno provvedere al riguardo per proprio conto. In caso di contemporanea presenza in cantiere di più datori di lavoro o lavoratori autonomi, di tale obbligo risponde in solido il Comune, nella persona del Direttore Lavori.

I datori di lavoro con meno di dieci dipendenti possono assolvere agli obblighi di cui sopra mediante annotazione, su apposito registro di cantiere vidimato dalla Direzione Provinciale del Lavoro, da tenersi in cantiere, degli estremi del personale giornalmente impiegato nei lavori.

In caso di presenza in cantiere di dipendenti non segnalati in precedenza al Direttore dei Lavori, lo stesso dovrà procedere immediatamente alla relativa segnalazione all'INPS, all'INAIL ed alla CASSA EDILE Genovese, al fine di verificare la regolarità in relazione al rispetto delle norme del contratto di lavoro.

2. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori in appalto è fissato in giorni **120 (centoventi)** naturali, successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna lavori. (***se consegna avvenuta nelle more della stipula)*** e, si dovranno concludere entro il .....

3. Il mancato rispetto dei tempi contrattuali determina la decadenza

dell'anticipazione di cui al successivo comma 1 dell'art. 11 del presente contratto. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi al tasso legale a decorrere dalla data di erogazione dell'anticipazione.

Articolo 6- Penale per i ritardi.

1.Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori o per le scadenze fissate nel programma temporale dei lavori è applicata una penale pari all'**1 (uno) per mille** dell'importo contrattuale corrispondente ad **Euro** **.....(...../.....).**

2. La penale, con l'applicazione della stessa aliquota di cui al comma 1 e con le modalità previste dal Capitolato Speciale d'Appalto, trova applicazione anche in caso di ritardo nell'inizio dei lavori, nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione e nel rispetto delle soglie temporali intermedie fissate nel cronoprogramma. La misura complessiva della penale non può superare il 10%. In tal caso la Civica Amministrazione ha la facoltà di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore.

Articolo 7- Sospensioni o riprese dei lavori.

1. È ammessa la sospensione dei lavori per il tempo necessario a farne cessare le cause, nei casi e nei modi stabiliti dagli artt. 158 e 159 D.P.R. 207/2010, compresa la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'art. 132, comma 1, lettere a), b) e c) del D.Lgs. 163/2006.

2. Salvo il caso in cui l'Impresa chieda lo scioglimento del contratto, ai sensi e agli effetti dell'art. 159, comma 4, del D.P.R. 207/2010, e la Stazione Appaltante si opponga, imponendo il prolungamento dei termini di sospensione oltre i limiti di cui al medesimo comma, per la sospensione dei lavori, qualunque ne sia la causa, non

spetta all'esecutore alcun compenso o indennizzo.

Articolo 8- Oneri a carico dell'appaltatore.

1. Sono a carico dell'Impresa..... tutti gli oneri già previsti dal Capitolato Speciale d'Appalto, quelli imposti per legge, per regolamento o in forza del Capitolato Generale, nonché gli oneri di cui all'art. 24/25 del presente contratto. In particolare l'Impresa per tutta la durata dei lavori, anche attraverso un suo rappresentante, nominato ai sensi dell'art. 4 del D.M. 145/2000, deve garantire la presenza sul luogo di esecuzione degli stessi. Detto rappresentante può coincidere con il Direttore di cantiere nominato ai sensi dell'articolo 6 del D.M. 145/2000 cit., individuato ai sensi del successivo punto 3 del presente articolo. Egli dovrà essere espressamente delegato a rappresentare in loco l'appaltatore per tutti gli adempimenti, atti o fatti che riguardano la sicurezza sui luoghi di lavoro. L'Amministrazione Comunale, con la massima tempestività e i mezzi più celeri, farà pervenire comunque le necessarie comunicazioni in merito anche nei confronti dell'Impresa presso la sua sede.

2. L'Impresa è responsabile della disciplina e del buon ordine del cantiere e ha obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento.

3. . La direzione del cantiere ai sensi dell'articolo 6 del Decreto del Ministero dei LL.PP. 19 aprile 2000 n. 145 è assunta dal ..... di cui *ante,* (***oppure)***: dal ....., nato a ....., il ....., in qualità di Direttore Tecnico di cantiere, abilitato secondo le previsioni del Capitolato Speciale in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire.

(in caso di R.T.I. o CONSORZI inserire capoverso seguente)

L'assunzione della Direzione di Cantiere da parte del Direttore Tecnico avviene

mediante incarico conferito da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

L'Impresa s'impegna a comunicare tempestivamente al Comune le eventuali modifiche del nominativo del direttore di cantiere.

4.L'Impresa, tramite il Direttore di Cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere da parte di tutte le Imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori. Il Direttore dei Lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del Direttore di Cantiere e del personale dell'appaltatore per indisciplina, incapacità o grave negligenza. L'Impresa è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

5. L'Impresa medesima deve osservare le norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori.

Articolo 9- Contabilizzazione dei lavori.

1. La contabilizzazione dei lavori **"a misura"** è effettuata, secondo le normative vigenti, attraverso la registrazione delle misure rilevate direttamente in cantiere dal personale incaricato, in apposito documento, con le modalità previste dal Capitolato Speciale per ciascuna lavorazione.

2. Le misurazioni e i rilevamenti sono fatti in contraddittorio tra le Parti; tuttavia se l'appaltatore rifiuta di presenziare alle misure o di firmare i libretti delle misure o i brogliacci, il Direttore dei Lavori procede alle misure in presenza di due testimoni, i quali devono firmare i libretti o brogliacci suddetti.

3. Per i lavori da liquidare su fattura e per le prestazioni da contabilizzare in

economia si procede secondo le relative speciali disposizioni.

4. Gli oneri per la sicurezza sono contabilizzati con gli stessi criteri stabiliti per i lavori, con la sola eccezione del prezzo che è quello contrattuale prestabilito dalla Stazione Appaltante e non soggetto al ribasso offerto in sede di gara.

Articolo 10- Invariabilità del corrispettivo.

1. Non è prevista alcuna revisione dei prezzi e non trova applicazione l'art. 1664, primo comma, del codice civile, salvo quanto disposto dall'art. 133, comma 4, del D.Lgs. 163/2006.

2. Qualora, per cause non imputabili all'Impresa....., la durata dei lavori si protragga fino a superare i due anni dal loro inizio, al contratto si applica il criterio del prezzo chiuso di cui all'art. 133, comma 3 , del D.Lgs. 163/2006.

Articolo 11- Pagamenti in acconto e pagamenti a saldo.

1. Ai sensi dell'art. 26 ter del D.L. 69/2013 convertito con L. 98/2013, come modificato dall'art.8, comma 3-bis, L.11/2015, è prevista la corresponsione in favore dell'appaltatore di un'anticipazione pari al 20% (venti percento) dell'importo netto del presente contratto. L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di una garanzia fideiussoria, bancaria o assicurativa, d'importo pari all'anticipazione, maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma dei lavori. L'importo della garanzia viene gradualmente e automaticamente ridotto nel corso dei lavori, in rapporto al progressivo recupero dell'anticipazione da parte della Stazione Appaltante. Il Comune di Genova eroga all'esecutore, entro quindici giorni dalla data di effettivo inizio dei lavori accertata dal Responsabile del Procedimento, l'anticipazione sull'importo contrattuale nella misura prevista dalle norme vigenti. La ritardata corresponsione dell'anticipazione obbliga al pagamento degli interessi

corrispettivi a norma dell'art 1282 del codice civile. Il beneficiario decade dall'anticipazione se l'esecuzione dei lavori non procede secondo i tempi contrattuali e sulle somme restituite sono dovuti gli interessi corrispettivi al tasso legale con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione. Nel caso di contratti sottoscritti nel corso dell'ultimo trimestre dell'anno, l'anticipazione è effettuata nel primo mese dell'anno successivo ed è compensata nel corso del medesimo anno contabile.

2. All'Impresa ..... verranno corrisposti pagamenti in acconto in ragione dell'effettivo andamento dei lavori ogni Euro 40.000,00 (quarantamila/00), con le modalità di cui all'art. 194 del D.P.R. 207/2010, al netto della ritenuta dello 0,50% di cui all'art. 4, comma 3, del D.P.R. 207/2010 cit.

La persona abilitata a sottoscrivere i documenti contabili é il/la .....

Le Parti si danno reciprocamente atto che, a far data dal 31 marzo 2015, il fornitore è obbligato ad emettere fattura elettronica; in caso di mancato adempimento a tale obbligo il Comune di Genova non potrà liquidare i corrispettivi dovuti.

A partire da tale data, il Comune rigetterà le fatture elettroniche pervenute qualora non contengano i seguenti dati: il numero d'ordine qualora indicato dalla Civica Amministrazione, il numero di CIG, di CUP, come sotto riportati, e il Codice Univoco Ufficio (IPA) che è il seguente: .....

Le Parti concordano espressamente, ai sensi del combinato disposto dell'art. 4, comma 4, ed art. 11, comma 2, del D.Lgs. 231/2002, che i pagamenti relativi dovranno essere effettuati dal Comune entro i termini di cui all'art.143 del D.P.R. 207/2010:

- 45 giorni dalla maturazione dello stato di avanzamento per l'emissione del certificato di pagamento;

- 30 giorni dall'emissione del certificato di pagamento per l'ordine di pagamento.

Ai sensi dell'articolo 118, comma 6, del D.Lgs. 163/2006, la Stazione Appaltante, ai fini del pagamento delle prestazioni rese nell'ambito dell'appalto o del subappalto, acquisisce d'ufficio il Documento Unico di Regolarità Contributiva (DURC) in corso di validità riguardante l'affidatario e tutti i subappaltatori. Ai sensi dell'art. 31 L.98/2013, la Stazione Appaltante, successivamente alla stipula del contratto, acquisisce il DURC specifico riguardante il cantiere ogni 120 (centoventi) giorni e lo utilizza per il pagamento degli Stati di Avanzamento Lavori. Ai fini della verifica amministrativo-contabile, i titoli di pagamento devono essere corredati dal DURC, anche in formato elettronico. L' irregolarità del suddetto DURC è causa ostativa all'emissione del certificato di pagamento e comporta la sospensione dei termini per il pagamento degli acconti e del saldo di cui all'art 143 del D.P.R. 207/2010.

In caso di mancato pagamento del subappaltatore o del cottimista, ossia in caso di mancata esibizione delle fatture quietanzate e conformi a quanto stabilito nella L 136/2010, da parte dell'affidatario, la Stazione Appaltante sospende il successivo pagamento in favore dell'appaltatore medesimo.

Nel caso in cui il DURC segnali un'inadempienza contributiva relativa a uno o più soggetti impiegati nell'esecuzione del contratto, il Responsabile del Procedimento procederà, ai sensi dell'art.4 del D.P.R. 207/2010, a trattenere dal certificato di pagamento il corrispondente all'inadempienza o la quota in proporzione. In caso di subappalto la trattenuta avverrà nei limiti del debito.

Tale importo, previo avviso da inviare tramite PEC, sarà versato dal Responsabile del Procedimento direttamente agli Enti previdenziali e assistenziali, sostituendosi nell'inadempimento al contribuente.

Qualora i lavori rimangano sospesi, ai sensi dell'art. 141, comma 3, D.P.R.

207/2010, per un periodo superiore a **45 (quaranticinque)** giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore e comunque non imputabili al medesimo, l'appaltatore può chiedere ed ottenere che si provveda alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo da quanto stabilito al primo capoverso del presente comma 2. Al termine dei lavori, sempre previo accertamento della regolarità contributiva con le modalità di cui sopra, si darà luogo al pagamento dell'ultima rata di acconto.

Le Parti convengono espressamente, ai sensi dell'art.4, comma 4, del D.Lgs. 231/2002, che qualsiasi altro credito eventualmente spettante all'impresa per l'esecuzione dei lavori è pagato, quale rata di saldo, entro **60 (sessanta)** giorni dall'emissione del Certificato di Regolare Esecuzione.

Per il pagamento della rata di saldo è, in ogni caso, necessaria l'acquisizione di un nuovo DURC, nonché, ai sensi dell'art. 141, comma 9, del D.Lgs. 163/2006 ed art. 124 del D.P.R. 207/2010, la presentazione di garanzia fideiussoria.

Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666, secondo comma, del codice civile.

Nel caso di pagamenti di importo superiore a diecimila Euro, I.V.A. compresa, la Civica Amministrazione, prima di effettuare il pagamento a favore del beneficiario, provvederà a una specifica verifica, anche per via telematica, ai sensi di quanto disposto dall'art. 4 del D.M.E. e F. n. 40 del 18 gennaio 2008, presso "Equitalia S.p.A." o Agenzia delle Entrate. Tale operazione comporta la sospensione dei termini per il pagamento. Nel caso sia comunicata o accertata la presenza di debiti in misura pari almeno all'importo di diecimila Euro, l'Amministrazione segnalerà la circostanza all'Agente della riscossione competente per territorio e non procederà al pagamento delle somme dovute al beneficiario fino alla concorrenza

dell'ammontare del debito per il lasso temporale previsto dall'art. 4 del D.M.E. e F. cit. Decorso il termine di cui all'art. 3, comma 4, del D.M.E. e F. cit, senza che il competente agente della riscossione abbia notificato, ai sensi dell'art. 72 bis del D.P.R. 602/1973, l'ordine di versamento di somme per l'importo di cui all'art. 3, comma 3, del D.M.E. e F cit, il soggetto pubblico procede al pagamento delle somme spettanti al beneficiario.

Ai sensi e per gli effetti dell'art. 3, comma 5, della L. 136/2010, il C.U.P. dell'intervento é B 36E12001520004 .e il C.I.G. attribuito alla gara é .....

(in caso di raggruppamento temporaneo)

Relativamente all'Impresa Capogruppo i pagamenti saranno effettuati mediante l'emissione di bonifico bancario presso l'Istituto bancario "Banca ....." - Agenzia n. ..... di ..... - Codice IBAN IT .....,

dedicato anche in via non esclusiva alle commesse pubbliche, ai sensi del comma 1 dell'articolo 3 della L. 136/2010. .

Le persone titolari o delegate a operare sul suddetto conto bancario sono il/la ..... stesso - Codice Fiscale

..... e il/la ..... nata a ..... il giorno ..... - Codice Fiscale .....

Relativamente all'Impresa Mandante i pagamenti saranno effettuati mediante l'emissione di bonifico bancario

presso l'Istituto bancario "Banca ....." - Agenzia n. ..... di ..... - Codice IBAN IT ....., dedicato anche in via non esclusiva alle commesse pubbliche, ai sensi del comma 1 dell'articolo 3 della L n. 136/2010. .

Le persone titolari o delegate a operare sul suddetto conto bancario sono il/la ....., stesso - Codice Fiscale

…… e il/la ……. nata a ……... il giorno …… - Codice Fiscale ……..

(in caso di impresa singola)

I pagamenti saranno effettuati mediante l'emissione di bonifico bancario presso l'Istituto bancario "Banca ……..." - Agenzia n. …… di …….. - Codice IBAN IT ……., dedicato anche in via non esclusiva

alle commesse pubbliche, ai sensi del comma 1 dell'articolo 3 della L. 136/2010 .

Le persone titolari o delegate a operare sul suddetto conto bancario sono il/la …….. stesso - Codice Fiscale ……. e il/la ……. nata a ……. il giorno …… - Codice Fiscale ……

Ai sensi dell'art. 3 della L 136/2010, tutti i movimenti finanziari relativi al presente appalto devono essere registrati sui conti correnti dedicati, anche in via non esclusiva, alle commesse pubbliche e, salvo quanto previsto all'art.3, comma 3, della L 136/2010, devono essere effettuati esclusivamente tramite lo strumento del bonifico bancario o postale o con strumenti diversi purché idonei a garantire la piena tracciabilità delle operazioni. In particolare, i pagamenti destinati ai dipendenti, consulenti e fornitori di beni e servizi rientranti tra le spese generali, nonché quelli destinati all'acquisto di immobilizzazioni tecniche, devono essere eseguiti tramite conto corrente dedicato, anche in via non esclusiva, alle commesse pubbliche, per il totale dovuto, anche se non riferibile in via esclusiva alla realizzazione degli interventi.

L'Impresa medesima si impegna a comunicare, ai sensi dell'art.3, comma 7, della L 136/2010, entro sette giorni, al Comune eventuali modifiche degli estremi indicati.

L'articolo 117 del D.Lgs. n. 163/2006 regolamenta la cessione di crediti già maturati. In particolare, la stessa dovrà essere notificata alla Civica

Amministrazione e, in assenza di motivato rifiuto, diverrà opponibile a quest'ultima decorsi quarantacinque giorni. In ogni caso la Civica Amministrazione potrà opporre al cessionario tutte le eccezioni opponibili al cedente in base al presente contratto.

Articolo 12- Ritardo nei pagamenti.

1. In caso di ritardo nella emissione dei certificati di pagamento rispetto ai termini previsti nel Capitolato Speciale d'Appalto, come richiamati nel presente contratto, spettano all'appaltatore gli interessi, legali ed eventualmente quelli moratori, nella misura e con le modalità ed i termini di cui all'art. 144 del D.P.R. 207/2010.

2. Ai sensi dell'art. 142, comma 4, del D.P.R. 207/2010, l'importo sugli interessi per ritardato pagamento è computato e corrisposto in occasione del pagamento, in conto e a saldo, immediatamente successivo a quello eseguito in ritardo, senza necessità di apposite domande o riserve.

3. Trascorsi i termini di cui all'art.144, comma 1, del D.P.R. 207/2010, o nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, l'appaltatore, ai sensi dell'art.133, comma 1, del D.Lgs. 163/2006, ha facoltà di agire ai sensi dell'art. 1460 del codice civile, ovvero, previa costituzione in mora della Stazione Appaltante e trascorsi sessanta giorni dalla medesima, di ricorrere al Giudice Ordinario per la risoluzione del contratto.

Articolo 13- Regolare esecuzione, gratuita manutenzione.

1. L'accertamento della regolare esecuzione dei lavori, secondo le prescrizioni tecniche prestabilite e in conformità al presente contratto, avviene con l'emissione del Certificato di Regolare Esecuzione da parte del Direttore Lavori, confermato dal Responsabile del Procedimento. Le Parti concordano espressamente, ai sensi

dell'art.4, comma 6, del D.Lgs. 231/2002, che detta emissione avvenga entro tre mesi dall'ultimazione lavori.

2. Il predetto certificato assume carattere definitivo decorsi due anni dalla sua emissione e deve essere approvato dalla Stazione Appaltante; il silenzio di quest'ultima, protrattosi per due mesi oltre predetto termine di due anni, equivale ad approvazione.

3. Salvo quanto disposto dall'art. 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla Stazione Appaltante prima che il Certificato di Regolare Esecuzione, trascorsi due anni dalla sua emissione, assuma carattere definitivo.

4. L'appaltatore deve provvedere alla custodia, alla buona conservazione e alla gratuita manutenzione di tutte le opere e impianti oggetto dell'appalto fino all'approvazione degli atti di collaudo, da effettuarsi entro i termini di legge; resta nella facoltà della Stazione Appaltante richiedere la consegna anticipata di parte o di tutte le opere ultimate.

Articolo 14- Risoluzione del contratto.

1. Ai sensi dell'art. 3, comma 9-bis, della L 136/2010, le transazioni di cui al presente contratto, pena la risoluzione del medesimo, devono essere eseguite avvalendosi di banche o della società Posta Italiane S.p.A. o degli altri strumenti idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni. L'appaltatore, il subappaltatore o il subcontraente che abbia notizia dell'inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria di cui all'art. 3 della L 136/2010, ne dà immediata comunicazione alla Stazione Appaltante e alla Prefettura-Ufficio Territoriale del Governo territorialmente competente.

2. Il Responsabile del Procedimento propone alla Stazione Appaltante, in

relazione allo stato dei lavori e alle eventuali conseguenze nei riguardi delle finalità dell'intervento, di procedere alla risoluzione del contratto, con le modalità e nei casi previsti dall'art. 135, comma 1, del D.Lgs.163/2006, ossia qualora nei confronti dell'appaltatore sia intervenuta emanazione di un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione di cui agli artt. 6 e 67del D.Lgs. 159/2011, oppure sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per i delitti previsti dall'art. 51, commi 3-bis e 3-quater del codice di procedura penale, dagli artt. 314, primo comma, 316,316 bis, 317,318, 319, 319 ter, 319 quater e 320 del codice di procedura penale, nonché per reati di usura, riciclaggio, frodi nei riguardi della Stazione Appaltante, di subappaltatori, di fornitori, di lavoratori o di altri soggetti comunque interessati ai lavori, nonché per violazione degli obblighi attinenti alla sicurezza sul lavoro. La Stazione Appaltante procederà inoltre alla risoluzione del contratto, ai sensi dell'art. 135, comma 1-bis, D.Lgs. 163/2006, qualora nei confronti dell'appaltatore sia intervenuta la decadenza dell'attestazione di qualificazione per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci risultanti dal casellario informatico.

3. Inoltre il Comune procederà alla risoluzione del contratto, ai sensi e con le modalità di cui all'art. 136 del D.Lgs 163/2006, nei seguenti casi, tutti riconducibili a grave inadempimento, grave irregolarità o grave ritardo:

a) grave negligenza e/o frode nell'esecuzione dei lavori;

b) inadempimento alle disposizioni del Direttore dei Lavori, pregiudizievole del rispetto dei termini di esecuzione di singole fasi delle lavorazioni;

c) manifesta incapacità o inidoneità, anche solo legale, nell'esecuzione dei lavori;

d) inadempienza, accertata dagli organi preposti, alle norme di legge e contrattuali sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro nonché in materia di

versamenti contributivi a favore degli Enti Previdenziali, Assicurativi e Antinfortunistici, inclusa, ove necessaria, la Cassa Edile Genovese;

e) sospensione o rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori stessi nei termini previsti dal contratto;

f) subappalto non autorizzato, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto;

g) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera, in misura tale da pregiudicare la funzionalità dell'opera;

h) proposta motivata del coordinatore per la sicurezza nella fase esecutiva ai sensi dell'art. 92, comma 1, lettera e), del D.Lgs. 81/2008;

i) perdita, da parte dell'appaltatore, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento, l'irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrattare con la Pubblica Amministrazione;

j) gravi e ripetute violazioni alle disposizioni contenute nei piani di sicurezza da parte dell'Impresa appaltatrice nonché delle eventuali imprese subappaltatrici, comprese quelle relative al comportamento omissivo degli stessi operai ed alla omessa segnalazione al riguardo da parte del Direttore di Cantiere al Direttore dei Lavori o al Coordinatore della Sicurezza in fase Esecutiva;

k) inadempienze agli obblighi contrattuali verso la Società Assicuratrice derivanti dalle condizioni contenute nelle polizze contro i rischi da esecuzione e/o dalla polizza decennale postuma, che abbiano causato l'inefficacia delle stesse verso l'assicurato e quindi impedito il risarcimento dei danni subiti dal Comune, altrimenti coperti dalle suddette polizze.

4. Fatto salvo, nei casi di risoluzione, il diritto all'escussione della garanzia prestata dall'appaltatore ai sensi dell'art. 113, comma 1, del D.Lgs. 163/2006,

l'appaltatore è sempre tenuto al risarcimento dei danni a lui imputabili.

5. Ai sensi e per gli effetti dell'art 134 del D.Lgs. 163/2006, il Comune ha il diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto, previo il pagamento dei lavori eseguiti, del valore dei materiali utili esistenti in cantiere nonché dell'indennizzo calcolato ai sensi del 2° comma del medesimo articolo.

Articolo 14 bis. Tracciabilità dei pagamenti.

1. L'Impresa ....., consapevole dei vincoli di cui agli artt 11 e 14 del presente contratto, si assume gli obblighi di tracciabilità contenuti nella L. 136/2010, così come modificata dalla L. 217/2010, di conversione del DL 187/2010.

2. In particolare, ai fini della tracciabilità dei flussi finanziari, gli strumenti di pagamento devono riportare, per ciascuna transazione posta in essere in relazione al presente contratto, il Codice Identificativo Gara e il Codice Unico Progetto di cui all'articolo 11 del presente contratto.

3. In caso di subappalto o di subcontratto, l'Impresa appaltatrice, nel caso in cui abbia notizia dell'inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria di cui all'art. 3 della L. 136/2010, ne dà immediata comunicazione alla Stazione Appaltante e alla Prefettura-Ufficio Territoriale del Governo territorialmente competente.

Articolo 15- Controversie.

1. Qualora siano iscritte riserve sui documenti contabili, il Responsabile del Procedimento acquisisce immediatamente la relazione riservata del Direttore dei Lavori e, ove costituito, del collaudatore e qualora le stesse siano di importo pari o superiore al dieci percento di quello contrattuale, procede, ai sensi e per gli effetti dell'art. 240 del D. Lgs. 163/2006, a formulare proposta motivata di accordo bonario.

2. Il Responsabile del Procedimento redige verbale dell'accordo bonario accettato e sottoscritto dalle Parti. Con la sottoscrizione dell'accordo bonario da parte dell'appaltatore cessa la materia del contendere.

3. Tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto, comprese quelle conseguenti al mancato raggiungimento dell'accordo bonario di cui al comma 1, saranno devolute all'Autorità Giudiziaria competente - Foro esclusivo di Genova.

TITOLO III - ADEMPIMENTI CONTRATTUALI SPECIALI

Articolo 16. Adempimenti in materia di lavoro dipendente, previdenza e assistenza.

1. L'Impresa ..... è obbligata ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto nazionale di lavoro e negli accordi integrativi, territoriali ed aziendali, per il settore di attività e per la località dove sono eseguiti i lavori; essa è altresì responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto. Essa s'impegna a trasmettere al Comune, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denunzia agli Enti Previdenziali, inclusa la Cassa Edile Genovese, ove necessario, Assicurativi e Antinfortunistici.

2. L'Impresa è altresì obbligata a rispettare tutte le norme in materia retributiva, contributiva, previdenziale, assistenziale, inclusa la Cassa Edile Genovese ove richiesta, assicurativa, sanitaria, di solidarietà paritetica, previste per i dipendenti dalla vigente normativa, con particolare riguardo a quanto previsto dall'art. 118 del D.Lgs. 163/2006 e dall'art 4 del D.P.R. 207/2010.

3. L'impresa medesima è altresì responsabile in solido con il subappaltatore in caso di mancato versamento dei contributi previdenziali e dei contributi assicurativi

obbligatori per gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali dei dipendenti, a cui é tenuto il subappaltatore.

L'appaltatore può sospendere il pagamento del corrispettivo al subappaltatore fino all'esibizione da parte di questi della predetta documentazione.

Gli importi dovuti per la responsabilità solidale non possono eccedere complessivamente l'ammontare del corrispettivo dovuto dall'appaltatore al sub-appaltatore.

4. Per ogni inadempimento rispetto agli obblighi di cui al presente articolo, accertato dagli Enti competenti che ne richiedano il pagamento, il Comune di Genova effettua trattenute su qualsiasi credito maturato a favore dell'appaltatore per l'esecuzione dei lavori e procede, in caso di crediti insufficienti allo scopo, all'escussione della garanzia fideiussoria.

Articolo 17- Sicurezza e salute dei lavoratori nel cantiere.

1. L'Impresa ---------- ha depositato presso la Stazione Appaltante:

a) il documento di valutazione dei rischi di cui all'art 17, comma 1, lettera a), del D.Lgs. 81/2008, redatto secondo le prescrizioni di cui all'articolo 28 del D.Lgs cit.;

b) un proprio Piano Operativo di Sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relativa responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, quale piano complementare di dettaglio del Piano di Sicurezza e di Coordinamento di cui al successivo capoverso.

La Stazione Appaltante ha messo a disposizione il Piano di Sicurezza e Coordinamento di cui all'art. 100 del D.Lgs. 81/2008, redatto dall'Ing. Cesare Gemme, libero professionista incaricato, in data ....., del quale l'Impresa dichiara la piena ed esatta conoscenza, assumendosi ogni conseguente onere ed

obbligo.

Quest'ultima ha facoltà altresì di redigerne eventuali integrazioni ai sensi di legge e in ottemperanza all'art. 12 del Capitolato Speciale d'Appalto.

2. Il Piano di Sicurezza e di Coordinamento di cui al precedente capoverso e il Piano Operativo di Sicurezza di cui alla lettera b) formano parte integrante e sostanziale del presente contratto d'appalto, pur non essendo allo stesso materialmente allegati, ma sono depositati agli atti.

3. L'Impresa medesima deve fornire tempestivamente al Coordinatore per la Sicurezza nella fase esecutiva gli aggiornamenti alla documentazione di cui al comma 1 ogni volta che mutino le condizioni del cantiere, ovvero i processi lavorativi utilizzati.

4. L'Ufficio di Direzione Lavori, anche per il tramite del Coordinatore della Sicurezza in fase operativa, e l'Impresa, anche attraverso il proprio Direttore di Cantiere e/o il proprio rappresentante espressamente delegato, garantiscono la propria presenza sul luogo di esecuzione dei lavori al fine di controllare il rispetto di tutte le norme poste a tutela della sicurezza o di impartire le opportune disposizioni in caso di loro violazione.

5. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, previa la sua formale costituzione in mora, costituiscono causa di risoluzione del contratto in suo danno, ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs.163/2006.

Articolo 18- Subappalto.

1. Il contratto non può essere ceduto, a pena di nullità.

(qualora l'aggiudicatario abbia indicato, in sede di offerta, i lavori da subappaltare)

2. Previa autorizzazione del Comune di Genova e nel rispetto dell'art 118 del D.Lgs. 163/2006, i lavori che l'Impresa ..... ha indicato a tale scopo in sede di offerta possono essere subappaltati, nella misura, alle condizioni e con i limiti e le modalità previste dal Capitolato Speciale d'Appalto. In particolare si dà atto che l'Impresa ha dichiarato di voler subappaltare:.....
..... Onde consentire una corretta e tempestiva esecuzione dei lavori possibilmente senza interruzioni o sospensione degli stessi, ai fini del rilascio dell'autorizzazione entro i termini previsti dall'art. 118, comma 8, del D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163, l'Impresa si obbliga, all'atto della presentazione dell'istanza di subappalto, a presentare la seguente documentazione:

a) Copia del contratto di subappalto, dal quale emerga, tra l'altro, che il prezzo praticato dall'Impresa esecutrice di tali lavori non superi il limite indicato dall'art.118, comma 4, del D.Lgs. 163/2006. A tal fine, per ogni singola attività affidata in subappalto dovrà essere precisato il prezzo pattuito nel contratto d'appalto, comprensivo del costo per gli oneri della sicurezza espressamente evidenziati, rispetto ai quali il subappaltatore non dovrà praticare alcun ribasso.
La Stazione Appaltante, ai sensi dell'art. 3 della L136/2010, verifica che nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle Imprese a qualsiasi titolo interessate ai lavori, sia inserita, a pena di nullità assoluta, un'apposita clausola con la quale ciascuno di essi assume gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari. Le transazioni devono essere eseguite tramite lo strumento del bonifico bancario o postale o con altri strumenti di incasso o di pagamento idonei a garantire la piena tracciabilità delle operazioni.

b) Estremi dell'attestazione S.O.A. riferita all'Impresa subappaltatrice, ovvero-

qualora l'Impresa non ne sia in possesso ed esclusivamente per lavori di importo pari od inferiore ad Euro 150.000,00 comprova dei requisiti di cui all'art. 90 del D.P.R. 207/2010.

c) Autocertificazione, resa ai sensi di legge, attestante la non sussistenza delle cause di divieto, di decadenza o di sospensione di cui all'artt. 6 e 67 del D.Lgs. 159/2011

d) Dichiarazione sostitutiva resa dal rappresentante dell'Impresa subappaltatrice, secondo l'apposito modulo predisposto dal Comune di Genova, ritirabile presso l'ufficio del Responsabile del Procedimento.

Dalla data di presentazione dell'istanza di autorizzazione al subappalto de corrono trenta giorni, oppure quindici, nel caso di subappalti di importo inferiore al 2% (duepercento) dell'importo del contratto d'appalto, oppure inferiori a 100.000,00 Euro, perché la Stazione Appaltante autorizzi o meno il subappalto. Tale termine può essere prorogato una volta sola se ricorrono giustificati motivi; tra i giustificati motivi potrebbe essere compresa l'incompletezza della documentazione presentata a corredo della domanda di autorizzazione al subappalto. I lavori oggetto di subappalto non potranno avere inizio prima dell'autorizzazione da parte del Comune di Genova, ovvero della scadenza del termine previsto al riguardo dall'art. 118, comma 8, del D.Lgs. 163/2006, senza che l'Amministrazione abbia chiesto integrazioni alla documentazione presentata o ne abbia contestato la regolarità. Qualora l'istanza di subappalto pervenga priva di tutta o di parte della documentazione richiesta, il Comune non procederà al rilascio dell'autorizzazione, provvederà a contestare la carenza documentale all'Impresa appaltatrice, convenendo altresì le Parti, che in tale circostanza eventuali conseguenti sospensioni dei lavori saranno attribuite a negligenza dell'Impresa appaltatrice medesima e

pertanto non potranno giustificare proroghe al termine finale di esecuzione dei lavori, giustificando invece l'applicazione, in tal caso, delle penali contrattuali.

3. E' fatto obbligo all'Impresa di trasmettere entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato nei suoi confronti copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti dalla stessa corrisposti al subappaltatore o cottimista, con l'indicazione delle ritenute di garanzia effettuate. In difetto la Civica Amministrazione procederà alla formale contestazione dell'addebito all'appaltatore, assegnandogli un termine di 15 giorni entro il quale dovrà trasmettere all'Ufficio del R.U.P. le fatture quietanzate dal subappaltatore.

In caso di ulteriore inadempimento il Comune sospenderà i successivi pagamenti a favore dell'appaltatore e potrà procedere alla risoluzione del contratto, qualora sia integrata una delle cause previste dall'art. 14 del presente contratto.

(in alternativa ai precedenti commi 2 e 3, qualora l'aggiudicatario abbia dichiarato di non avvalersi del subappalto, oppure non abbia indicato, in sede di offerta, i lavori da subappaltare)

2 Non è ammesso il subappalto

Articolo 19. Garanzia fideiussoria a titolo di cauzione definitiva.

1. A garanzia degli impegni assunti con il presente contratto o previsti negli atti da questo richiamati, l'Impresa..... ha prestato apposita garanzia fidejussoria (cauzione definitiva) mediante polizza fidejussoria

rilasciata dalla Compagnia "....." - Agenzia di ..... . Cod. .... - numero ..... emessa in data .....

per l'importo di Euro ..... (.....), pari al ***(INSERIRE percentuale esatta del conteggio della cauzione)*** ..... per cento dell'importo del presente contratto, ***EVENTUALE ridotto nella misura del 50% ai sensi dell'articolo 40, comma 7, del***

D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163, avente validità fino al ..... e comunque fino alla data di emissione del Certificato di Regolare Esecuzione e in ogni caso fino al decorso di 12 (dodici) mesi dalla data di ultimazione lavori risultante dal relativo certificato, con previsione di proroghe semestrali / annuali .

2. La garanzia deve essere integrata ogni volta che la stazione appaltante abbia proceduto alla sua escussione, anche parziale, ai sensi del presente contratto.

3. Detta garanzia, previe eventuali e necessarie proroghe, resterà vincolata per la durata dei lavori e fino alla data di emissione del Certificato di Regolare Esecuzione, salvo quanto previsto dall'art. 113 del D.Lgs. 163/2006..

Articolo 20 - Responsabilità verso terzi e assicurazione.

1. L'Impresa .....assume la responsabilità di danni arrecati a persone e cose in conseguenza dell'esecuzione dei lavori e delle attività connesse, nonché a quelli che essa dovesse arrecare a terzi, sollevando il Comune di Genova da ogni responsabilità al riguardo.

2. Ai sensi e per gli effetti dell'art. 125 del D.P.R. n. 207/2010, l'Impresa s'impegna a stipulare/ ha stipulato polizza assicurativa che tenga/per tenere indenne il Comune dai rischi derivanti dall'esecuzione dei lavori a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, con una somma assicurata pari ad **Euro 500.000,00 (cinquecentomila/00)** e che prevede una garanzia per responsabilità civile verso terzi per un massimale di Euro **1.000.000,00 (unmilione/00).**

3. Detta polizza viene/ è stata emessa in applicazione dello schema tipo 2.3 di cui al D.M. 123/2004. Qualora per il mancato rispetto anche di una sola delle condizioni di cui all'articolo 2, lettere c) ed e), ed articolo 10, lettere a) e c) del suddetto schema contrattuale, la garanzia della polizza assicurativa per i danni da

esecuzione non sia operante, l'appaltatore sarà direttamente responsabile nei confronti del Comune per i danni da questo subiti in dipendenza dell'esecuzione del contratto d'appalto.

4. In caso di mancato risarcimento del danno subito dal Comune, a seguito di azioni od omissioni del contraente configuranti mancato rispetto dei sopra citati articoli del contratto di assicurazione, ciò sarà considerato come comportamento gravemente negligente dell'appaltatore ai sensi e per gli effetti di cui agli artt 38 e 136 del D.Lgs.163/2006

5. .Al termine dei lavori, l'emissione della rata di saldo, entro **60 (sessanta)** giorni dall'emissione del Certificato di Regolare Esecuzione, è subordinata alla presentazione di garanzia fideiussoria ex art. 141, comma 9, D.Lgs. 163/2006 sull'importo della rata di saldo che non potrà essere inferiore al 2% (due percento) dell'ammontare del contratto.

TITOLO IV - DISPOSIZIONI FINALI

Articolo 21- Documenti che fanno parte del contratto.

1. Fanno parte integrante del presente contratto, sebbene non allegati in quanto non materialmente e fisicamente uniti al medesimo, ma depositati agli atti del Comune di Genova, avendone comunque le Parti preso diretta conoscenza e accettandoli integralmente, i seguenti documenti:

- il Capitolato Generale d'Appalto approvato con D.M. LL.PP. 19.04. 2000 n.145; per quanto ancora vigente e compatibile con le disposizioni del D.Lgs. 163/2006;
- il Capitolato Speciale d'Appalto;

- tutti gli elaborati grafici progettuali elencati all'art. 6 del Capitolato Speciale d'Appalto;
- l'elenco dei prezzi unitari individuato ai sensi degli articoli 2, 3 e 4 del presente contratto;
- i piani di sicurezza previsti dall'articolo 18 del presente contratto;
- il cronoprogramma.

Articolo 22- Richiamo alle norme legislative e regolamentari.

1. Si intendono espressamente richiamate le norme legislative e le altre disposizioni vigenti in materia, in particolare il D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163-Codice dei contratti pubblici, il relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione approvato con D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207 e il Capitolato Generale dei Lavori Pubblici approvato con D.M.LL.PP. 19.04.2000, per quanto ancora vigente e compatibile con le disposizioni del D.Lgs. 163/2006. Tutti i testi normativi citati nel presente contratto si intendono comprensivi delle modifiche ed aggiornamenti intervenuti e –pertanto-nel testo attualmente vigente.

Art.23- Elezione di domicilio.

Ai sensi dell'art.2, comma 1, DM 145/2000, l'Impresa ..... elegge domicilio presso:

- gli Uffici comunali
- altro.

Articolo 24- Spese di contratto, imposte, tasse e trattamento fiscale.

1. Tutte le spese alle quali darà luogo la presente scrittura privata e quelle ad essa inerenti e conseguenti ed in genere tutti gli oneri previsti dal Capitolato Speciale

sono a totale carico dell' appaltatore.

2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello della data di emissione del certificato di regolare esecuzione.

3. Ai fini fiscali si dichiara che i lavori di cui al presente contratto sono soggetti all'Imposta sul Valore Aggiunto, per cui si richiede la registrazione in misura fissa ai sensi dell'art. 40 del D.P.R. 131/1986.

4. L'Imposta sul Valore Aggiunto, alle aliquote di legge, è a carico della stazione appaltante.

5. La presente scrittura privata verrà registrata solo in caso d'uso ai sensi dell'art. 5 del D.P.R. 131/ 1986.

La Stazione Appaltante:

.....

L'Appaltatore:

.....

Il presente contratto viene regolarizzato ai fini dell'imposta di bollo attraverso l'apposizione di n...contrassegni telematici di Euro 16,00 ciascuno che vengono apposti sulla copia analogica del presente contratto, conservata gli atti dell'ufficio.