



**COMUNE DI GENOVA**

**Direzione Progettazione**

**DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE**

**ATTO N. DD 867**

**ADOTTATO IL 11/03/2024**

**ESECUTIVO DAL 11/03/2024**

**OGGETTO:** PNRR – M5.C2. I2.2 Piani Integrati - Piano Urbano Integrato (PUI); Fondo per l'avvio di Opere Indifferibili – D.L. n. 50 del 17 maggio 2022, disciplinato dal D.P.C.M. del 28/07/2022. "Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare – PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena".  
Approvazione Progetto Esecutivo.  
CUP: B32H22002310006 - MOGE: 20996 – CIG: 9889494C9C

**IL DIRIGENTE**

**Premesso che:**

- con Regolamento UE 2021/241 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 febbraio 2021 viene istituito il Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza;
- l'art. 20 del suddetto regolamento contiene la Decisione di esecuzione con cui viene approvata la valutazione del PNRR italiano;
- con Decisione del Consiglio ECOFIN del 13/07/2021, notificata all'Italia dal Segretario generale del Consiglio con nota LT161/21 del 14/07/2021 è stato approvato il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR);
- la Decisione di esecuzione è corredata di un Allegato che definisce, per ogni investimento e riforma, obiettivi e traguardi precisi, al cui conseguimento è subordinata l'assegnazione delle risorse su base semestrale;
- con il Decreto Legge n. 121 del 2021 sono state introdotte disposizioni relative alle procedure di attuazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza;
- il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza alla Misura 5 Componente 2 Investimento 2.2 prevede l'effettuazione di interventi "Al fine di favorire una migliore inclusione sociale riducendo l'emarginazione e le situazioni di degrado sociale, promuovere la rigenerazione urbana attraverso il recupero, la ristrutturazione e la rifunionalizzazione ecosostenibile delle strutture

edilizie e delle aree pubbliche, nonché sostenere progetti legati alle smart cities, con particolare riferimento ai trasporti ed al consumo energetico”;

- con il Decreto Legge 6 maggio 2021, n. 59, convertito, con modificazioni, dalla legge 1° luglio 2021, n. 101, vengono individuate le “misure urgenti relative al Fondo complementare al Piano di Ripresa e Resilienza e altre misure urgenti per gli investimenti”;
- con il successivo Decreto Legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 luglio 2021, n. 108, viene disposta la «Governance del Piano Nazionale di Rilancio e Resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure»;
- l'art. 8, del suddetto Decreto Legge dispone che ciascuna amministrazione centrale titolare di interventi previsti nel PNRR provvede al coordinamento delle relative attività di gestione, nonché al loro monitoraggio, rendicontazione e controllo;
- con il decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 9 luglio 2021 vengono quindi individuate le amministrazioni centrali titolari di interventi previsti dal PNRR ai sensi dell'art. 8, comma 1, del decreto legge 31 maggio 2021, n. 77;
- con il Decreto del Ministro dell'economia e delle finanze del 6 agosto 2021 sono state assegnate le risorse finanziarie previste per l'attuazione degli interventi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e la ripartizione di traguardi e obiettivi per scadenze semestrali di rendicontazione alle Amministrazioni titolari;
- con il suddetto Decreto per ciascun Ministero sono individuati gli interventi di competenza, con l'indicazione dei relativi importi totali, suddivisi per progetti in essere, nuovi progetti e quota anticipata dal Fondo di Sviluppo e Coesione.

#### **Premesso altresì che:**

- il comma 1 dell'articolo 21 del Decreto Legge del 6 novembre 2021, n. 152 assegna risorse alle Città Metropolitane, in attuazione della linea progettuale «Piani Integrati - M5C2 – Investimento 2.2» nell'ambito del Piano nazionale di ripresa e resilienza, per un ammontare complessivo pari a 2.493,79 milioni di euro per il periodo 2022-2026;
- il comma 5 dell'articolo 21 dell'anzidetto Decreto stabilisce inoltre che le Città Metropolitane, nei limiti delle risorse assegnate, sono tenute ad individuare i progetti finanziabili all'interno della propria area urbana, entro il termine del 22 marzo 2022 (come da proroga introdotta dalla Legge di conversione n. 233/2021), tenendo conto delle progettualità espresse anche dai comuni appartenenti alla propria area urbana;
- alla Città Metropolitana di Genova, secondo le modalità di ripartizione delle risorse stabilite al comma 3 del medesimo art. 21 e indicato all'Allegato 1 del suddetto decreto, sono state assegnate risorse pari ad Euro 141.210.434,00 per gli anni 2021- 2026;
- con Decreto del Ministero dell'Interno del 6 dicembre 2021 viene previsto che per il periodo 2022-2026 le Città Metropolitane, in attuazione della linea progettuale «Piani Integrati - M5C2 – Investimento 2.2» nell'ambito del Piano nazionale di ripresa e resilienza, individuano i progetti finanziabili per investimenti in progetti relativi a Piani Urbani Integrati, con valore non inferiore a 50 milioni di euro, e nel limite massimo delle risorse assegnate dall'Allegato 1 dell'articolo 21, comma 3, decreto legge n. 152/2021, aventi ad oggetto la manutenzione per il riuso e la rifunionalizzazione ecosostenibile di aree pubbliche e di strutture edilizie pubbliche esistenti, il miglioramento della qualità del decoro urbano e del tessuto sociale e ambientale, interventi finalizzati a sostenere progetti legati alle smart cities, ed i relativi soggetti attuatori nell'ambito dell'area metropolitana, presentando apposita domanda al Ministero dell'interno - Direzione

Centrale della finanza locale;

- in data 3 marzo 2022, con Determinazione del Sindaco Metropolitano n. 13/2022, è stata disposta la selezione degli interventi per la predisposizione del progetto di Piano Urbano Integrato da parte della Città metropolitana di Genova dal titolo "Da periferie a nuove centralità urbane: inclusione sociale nella città metropolitana di Genova" - punta alla trasformazione di territori grazie a investimenti volti al miglioramento di ampie aree urbane fragili, alla rivitalizzazione economico sociale, con particolare attenzione alla creazione di nuovi servizi e alla riqualificazione dell'accessibilità e delle infrastrutture, permettendo l'evoluzione di territori vulnerabili in città intelligenti e sostenibili;
- con Deliberazione di Giunta Comunale n. 44 del 17/03/2022 il Comune di Genova ha approvato n. 14 progetti di fattibilità tecnico-economica degli interventi da proporre alla Città Metropolitana di Genova per essere ricompresi nel Piano Urbano Integrato ex art. 21 del Decreto Legge 152 del 6 novembre 2021 (convertito nella l. 233/2021), in attuazione della linea progettuale «piani integrati - M5C2 – investimento 2.2» nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, per un importo complessivo di Euro 91.200.000, tra cui l'intervento "Mitigazione infrastruttura e parco lineare su Lungomare Canepa" (CUP B32H22002310006), per un importo di Euro 40.000.000,00;
- un ulteriore intervento per la riqualificazione di via Giotto per un importo complessivo di Euro 1.014.274,00 è stato presentato al Ministero dell'Interno, portando così la richiesta a valere sui Piani Urbani Integrati a complessivi Euro 92.214.274,00 per un totale di n. 15 interventi;
- i progetti di fattibilità di cui ai punti precedenti sono stati trasmessi alla Città Metropolitana di Genova, ai fini dell'inserimento degli stessi nel Piano Urbano Integrato, in attuazione della linea progettuale «Piani Integrati - M5C2 - Investimento 2.2» nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza "Da periferie a nuove centralità urbane: inclusione sociale nella città metropolitana di Genova";
- con nota del 18/03/2022, la Città Metropolitana ha trasmesso al Ministero dell'interno - Direzione Centrale della finanza locale la proposta progettuale "Da periferie a nuove centralità urbane inclusione sociale nella Città Metropolitana di Genova", corredata da una relazione contenente le finalità dell'intervento e dei benefici attesi, Planimetrie e rendering dell'intervento proposto, Cronoprogramma di dettaglio dell'intervento proposto per singolo CUP e per annualità (2022-2026), documentazione fotografica attuale relativa all'area/bene su cui si realizzerà l'intervento;
- con Decreto del Ministro dell'Interno di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze del 22 aprile 2022 viene individuato l'elenco definitivo degli interventi dei Piani Urbani Integrati (PUI) finanziabili, selezionati e presentati dalle Città Metropolitane;
- il decreto di cui al punto precedente individua i soggetti attuatori assegnatari delle risorse e stabilisce che questi ultimi, insieme alle rispettive Città Metropolitane, si impegnano a regolare i propri rapporti con il Ministero dell'Interno, attraverso la stipula di specifico Atto di adesione, volto a garantire il rispetto dei tempi, delle modalità e degli obblighi relativi all'attuazione della proposta progettuale;
- l'art. 3 del Decreto di cui sopra prevede altresì il 30 luglio 2023 quale termine per l'aggiudicazione dei lavori; il 30 settembre 2024 quale termine per l'avanzamento delle opere in una percentuale del 30%; e il 30 giugno 2026, quale termine finale di ultimazione dei lavori.

**Premesso inoltre che:**

- l'intervento "Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare realizzato sulla sommità di un viadotto a copertura delle due carreggiate - PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena" (CUP: B32H22002310006 - MOGE: 20996) è stato inserito nel Programma Triennale dei Lavori

Pubblici 2022-2023-2024 in sede di 2° adeguamento, approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 32 del 21 aprile 2022;

- con Determinazione Dirigenziale n. 2022-270.0.0.-62 adottata il 11/05/2022, esecutiva dal 17/05/2022, si è preso atto, dell'approvazione con Decreto del Ministro dell'Interno di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze del 22 aprile 2022 di n. 15 interventi per Euro 92.214.274,00, per mezzo di risorse statali erogate dal Ministero dell'Interno "finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU";
- con il suddetto provvedimento sono state, inoltre, accertate ed impegnare le risorse per l'intervento "Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare realizzato sulla sommità di un viadotto a copertura delle due carreggiate - PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena" (CUP: B32H22002310006 - MOGE: 20996), a valere sui fondi del Ministero dell'Interno per il triennio 2022-2023-2024, per complessivi Euro 24.900.000,00, rimandando a successivo provvedimento l'accertamento ed impegno delle risorse a valere sulle annualità successive al triennio di riferimento, per complessivi Euro 15.100.000,00.

**Premesso altresì che:**

- a seguito di Convenzione Attuativa con la Società Sviluppo Genova S.p.A., approvata con Determinazione Dirigenziale 2022-191.0.0.-4, finalizzata alla realizzazione di uno studio di fattibilità e di un eventuale PFTE rafforzato dell'opera riguardante Lungomare Canepa, in data 02/09/2022, con nota Prot. 0331479.E, sono stati trasmessi a Questo Ente, da parte della predetta Società partecipata, gli esiti degli approfondimenti progettuali;
- da tale documentazione sono emerse rilevanti criticità tecniche, che, unitamente al notevole rincaro dei prezzi delle materie prime, che rendono la somma prevista per la realizzazione gravemente insufficiente, hanno portato ad una immediata rimediazione del progetto;
- pertanto, il Comune di Genova, anziché rinunciare all'intervento, con nota Prot. n. 352926, inviata al Ministero dell'Interno ed al Ministero delle Economie e delle Finanze in data 20/09/2022, ha proposto una rimodulazione, sempre nella finalità della mitigazione ambientale, nel contesto del più ampio progetto di recupero e riqualificazione della fascia costiera della Città di Genova predisposto dall'Arch. Renzo Piano, partendo dal quartiere di Sampierdarena fino all'asse viario di Corso Italia, con la creazione di un unico parco urbano lungo oltre 9 km;
- in data 29/09/2022 perveniva risposta alla sopra menzionata nota, a mezzo mail, con la quale veniva manifestato assenso, con prescrizioni, alla rimodulazione dell'intervento;
- al fine di ottemperare alla richiesta, si è pertanto provveduto a suddividere il progetto in due titoli:
- Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare - PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena (CUP: B32H22002310006 - MOGE: 20996), per complessivi Euro 15.000.000,00;
- Waterfront di Levante: recupero - Piazzale Kennedy: nuovo parco urbano lineare con sottostante parcheggio e revisione degli innesti su Viale Brigate Partigiane - PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena (CUP: B32H22012080006 – MOGE: 21050), per complessivi Euro 25.000.000,00;
- della sopra menzionata rimodulazione si è preso atto con Determinazione Dirigenziale 2023-188.0.0.-1;
- gli interventi in questione, così come rimodulati, sono stati ufficialmente approvati dal Ministero dell'Interno con Decreto del 21 dicembre 2022, pubblicato in G.U. il 3 gennaio 2023, a seguito del quale è stato sottoscritto, per accettazione, il nuovo atto d'obbligo trasmesso dalla Città Metropolitana di Genova in data 09/02/2023, ed acquisito al protocollo di Questo Ente con numero 0059644.E.

**Premesso infine che:**

- il Decreto Legge n. 50 del 17 maggio 2022, convertito con modificazioni dalla Legge n. 91 del 15 luglio 2022, con l'art. 26 comma 7 ha previsto l'istituzione di un "Fondo per l'avvio di opere indifferibili" finalizzato a rafforzare gli interventi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) da parte dei comuni con popolazione superiore a cinquecentomila abitanti;
- la legge di bilancio 2023-2025 (legge n. 197 del 29 dicembre 2022) disciplina, ai commi 369-379 dell'articolo 1, l'accesso alle risorse del Fondo per l'avvio delle opere indifferibili per l'anno 2023, relativamente agli interventi per opere pubbliche finanziati, tra l'altro, nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) nonché nel Piano Nazionale per gli investimenti Complementari (PNC) al PNRR;
- la C.A., visto l'aggiornamento dei prezzi di riferimento aggiornati in relazione all'aumento dei prezzi dei materiali da costruzione, dei carburanti e dei prodotti energetici, ha richiesto l'accesso al predetto fondo relativamente alle opere in oggetto;
- con Decreto del Ministero dell'Economia e delle Finanze del 13 marzo 2023 è stato aggiornato il quadro dei finanziamenti relativi ai singoli progetti, e come si evince dall'"Allegato 1" al predetto Decreto, viene individuata quale assegnazione definitiva, a valere sul Fondo opere Indifferibili, l'importo di complessivi Euro 1.383.527,32 per l'intervento "Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare - PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena" (CUP: B32H22002310006 - MOGE: 20996);
- con Determinazione Dirigenziale 2023-188.0.0.-21, esecutiva in data 18/04/2023, si è provveduto all'appostamento a bilancio delle risorse.

**Considerato che:**

- con Deliberazione di Giunta Comunale n. 55 del 13.04.2023 si è provveduto all'approvazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica dell'intervento: "Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare - PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena (CUP: B32H22002310006 - MOGE: 20996)", per un importo complessivo di euro 16.383.527,32;
- con Determinazione Dirigenziale n. 2023-188.0.0.-36, esecutiva in data 28.04.2023, così come rettificata da Determinazione Dirigenziale 2023-188.0.0.-62 del 12.06.2023, è stato affidato l'incarico di progettazione architettonica, impiantistica, strutturale e specialistica, a livello Definitivo finalizzata all'appalto, comprensiva di componente geologica e relative indagini e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione relativo all'intervento al RTP di cui mandataria la Società Aglarchitects S.r.l.;
- con Determinazione Dirigenziale 2023-188.0.0.-67, esecutiva in data 22.06.2023, si è provveduto all'approvazione del Progetto Definitivo, verificato e validato, ed alla contestuale indizione di Procedura Aperta, ai sensi dell'art. 60 del D.Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii., per l'affidamento della Progettazione Esecutiva, del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e dei Lavori di realizzazione dell'intervento, stabilendo di procedere all'aggiudicazione alle condizioni ed oneri del Disciplinare di Gara, del Capitolato Speciale d'Appalto e dello Schema di Contratto allegati allo stesso provvedimento, con il criterio di aggiudicazione dell'offerta economicamente più vantaggiosa sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo, determinato ai sensi dell'art. 95, comma 2, del D.Lgs. 50/2016;
- con Determinazione Dirigenziale 2023-188.0.0.-80, esecutiva in data 27.07.2023, si è provveduto all'aggiudicazione dell'appalto in oggetto in favore di CMICI Consorzio Stabile, per un importo pari ad Euro 11.373.230,57, comprensivi di oneri previdenziali e Iva di legge.

**Considerato inoltre che:**

- i lavori in oggetto sono finanziati tramite i fondi di cui al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) nell'ambito dei "Piani integrati" Missione 5 Componente 2, Investimento 2.2, da erogarsi da parte del Ministero dell'Interno (cod. Benf. 7286) di cui al finanziamento dall'Unione Europea – NextGenerationEU, tramite Avanzo vincolato in Conto Capitale e tramite il Fondo Opere Indifferibili, di cui al D.L. 50/2022 e pertanto rivestono carattere di urgenza in quanto la loro mancata immediata esecuzione determinerebbe un grave danno all'interesse pubblico nonché una possibile perdita del finanziamento da parte della Stazione Appaltante;
- in data 07.11.2023, con Ordine di Servizio del RUP n.1, trasmesso con nota prot. 521173, è stato dato avvio alla redazione del progetto esecutivo, suddiviso in due stralci funzionali distinti ed autonomi, corrispondenti alle fasi A e B individuate dall'operatore economico nell'ambito dell'offerta tecnica, con trasmissione di tale progetto entro il 07.12.2023;
- in data 17.11.2023 l'operatore economico ha richiesto una proroga di 10 giorni per la consegna di tale progetto esecutivo;
- in data 24.11.2023 è stata trasmessa all'operatore economico, con nota prot. 555327, l'accettazione di richiesta di proroga, al giorno 18.12.2023 per la consegna della progettazione esecutiva relativamente ai due stralci funzionali distinti ed autonomi, corrispondenti alle fasi A e B, richiedendo la consegna entro il 07.12.2023 di un primo stralcio progettuale relativo alle sole opere di cantierizzazione propedeutiche all'avvio dei lavori.

**Dato atto che:**

- il presente progetto costituisce approfondimento di lavorazioni già previste nel complessivo progetto definitivo, su cui si è svolto il procedimento di Conferenza dei Servizi Decisoria in forma semplificata e in modalità asincrona ai sensi dell'art. 14, comma 2 legge 241/1990 e ss.mm.ii., indetta da Autorità di Sistema Portuale con comunicazione prot. n. 25/05/2023.0022023.U;
- con decreto 860/2023 del giorno 11.08.2023 si è conclusa positivamente la predetta Conferenza dei Servizi Decisoria, con prescrizioni allegate al progetto definitivo posto a base gara;
- con Determinazione Dirigenziale 2023.124 della Direzione Progettazione è stato approvato il progetto esecutivo dello stralcio "Opere di cantierizzazione Fase 0 e Fase 1", nell'ambito dell'intervento "Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare - PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena" (CUP: B32H22002310006 - MOGE: 20996) per complessivi euro 574.061,76, di cui euro 393.739,11 per lavori al netto del ribasso d'asta, ripartiti in euro 54.001,67 per lavorazioni a misura ed euro 339.737,44 per lavorazioni a corpo, oltre ad euro 180.322,64 quali oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso, il tutto oltre IVA al 10%;

**Considerato che:**

- nel corso dello sviluppo della progettazione esecutiva è stato necessario introdurre alcune modifiche al progetto rese necessarie dall'introduzione di nuovi elementi, non valutabili in precedenza, tali da richiedere diversi aggiustamenti al progetto stesso;
- è stato trasmesso dai progettisti incaricati il progetto esecutivo complessivo "Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare - PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena" (CUP: B32H22002310006 - MOGE: 20996) comprendente anche gli elaborati di variante;
- con Determinazione Dirigenziale n. 2023/188.0.0./54, esecutiva dal 06/06/2023, la Stazione Appaltante ha incaricato la società EN3 s.r.l., con sede in Milano, Via Libero Temolo n. 4, P.IVA

01745200764, per l'esecuzione della verifica del progetto ai sensi dell'art. 26 del D. Lgs 50/2016.

- in data 19/02/2024, con prot. n. 90646 del 20/02/2024, la società EN3 ha trasmesso alla Stazione Appaltante il rapporto di verifica finale ai sensi dell'art. 26 del Decreto legislativo n. 50/2016;
- successivamente la Stazione Appaltante ha richiesto ulteriori adeguamenti ai seguenti elaborati, che si allegano al presente provvedimento quale parte integrante e sostanziale:
  - E\_Sic\_R\_03: Computo metrico estimativo: oneri sicurezza;
  - E\_Sic\_R\_05: Cronoprogramma (sicurezza);
  - E\_Amb\_R\_01: Relazione specialistica DNSH;
  - E\_Gen\_R\_01: Elenco elaborati;
  - E\_Gen\_R\_04: Quadro economico;
  - E\_Gen\_R\_05a: Allegato-Computo metrico verifiche e prove di laboratorio (aggiunto);
  - E\_Gen\_R\_06a: Allegato-Elenco prezzi verifiche e prove di laboratorio (aggiunto);
  - E\_Gen\_R\_08: Cronoprogramma;
  - E\_Gen\_R\_10: Capitolato speciale di appalto parte tecnica;
  - E\_Gen\_R\_12: Computo metrico delle migliorie;
- conseguentemente il progetto esecutivo comprendente la variante è costituito dagli elaborati elencati nell'allegato "E\_Gen\_R\_01: Elenco elaborati", conservati presso gli uffici della Stazione Appaltante.

**Dato inoltre atto che:**

- a seguito delle diverse modifiche sopra illustrate, si configura pertanto una variante pari a complessivi Euro 1.744.681,81 al netto del ribasso d'asta oltre IVA al 22% (per prove e sondaggi), 10% e al 4%, e pertanto per complessivi Euro 1.931.033,79;
- il nuovo Quadro Economico risulta essere rideterminato ed è allegato al presente provvedimento (Allegato E\_Gen\_R04\_02):
- il nuovo importo contrattuale netto viene pertanto a determinarsi in complessivi Euro 12.087.257,17, di cui Euro 10.542.151,90 per lavori, Euro 262.318,34 per progettazione, Euro 782.786,91 per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso ed Euro 500.000,00 per opere in economia, il tutto oltre I.V.A. (22%, 10% e 4%), e pertanto per complessivi Euro 13.304.264,37;

**Dato inoltre atto che:**

- le modifiche sopra enunciate, descritte compiutamente dal Progettista Incaricato nella propria relazione *E\_Gen\_R\_015\_Relazione generale descrittiva delle opere di variante*, sono

riconducibili alle seguenti motivazioni:

- modifica del tratto terminale di levante per raccordare le geometrie stradali con i progetti attualmente in corso che interessano tale area, in particolare i progetti del Nodo di San Benigno e del Nuovo Tunnel Subportuale;
- modifica della tipologia materiali e elementi arredo in ottemperanza alle indicazioni espresse dalla Soprintendenza Archeologica Belle Arti;
- modifica della distanza dei siti di conferimento dei materiali a seguito della chiusura della discarica di Scarpino indicata nel progetto definitivo;
- modifiche dovute a mutate condizioni dello stato dei luoghi rispetto al Progetto definitivo, quali ed in particolare la mutata presenza di sottoservizi e conseguente necessità di migliorare la facilità di realizzazione delle opere al fine di minimizzare le interferenze;
- le opere in parola risultano attinenti per tipologia e qualificazione a quelle in corso di contratto e la loro realizzazione, da parte dell'impresa appaltatrice, risulta di convenienza per l'Amministrazione sia in termini funzionali ed operativi, vista l'immediatezza della loro esecuzione, sia dal punto di vista economico, stante il ribasso offerto dall'affidatario rispetto al prezzario di riferimento, sia dal punto di vista delle tempistiche di realizzazione;
- per quanto sopra, le modifiche sono state determinate da circostanza impreviste e imprevedibili al momento della redazione del progetto definitivo posto a base di gara e che le stesse non alterano la natura generale del contratto in quanto non viene modificata la natura e la conformazione dell'opera da realizzarsi nonché la tipologia di lavorazioni da eseguire, che risultano del tutto analoghe a quelle previste nel contratto originario;
- conseguentemente le modifiche in variante di cui in parola sono da inquadrarsi nella fattispecie di cui all'art. 106, comma 1, lett. c in quanto: 1) la necessità di modifica è determinata da circostanze impreviste e imprevedibili per l'amministrazione aggiudicatrice; 2) la modifica non altera la natura generale del contratto.

**Dato infine atto che:**

- a seguito dell'incremento dell'importo lavori viene adeguata la quota B6 – Accantonamento di cui all'art. 113 D Lgs. n. 50/2016 (incentivo), calcolato nella misura del 1,6% dell'importo lordo di perizia di variante Euro 2.125.896,70 (di cui Euro 1.982.396,75 importo lavori di variante al lordo dello sconto contrattuale + Euro 143.499,95 importo oneri per la sicurezza non soggetta a sconto di variante), determinando un aumento dell'incentivo di Euro 34.014,35;

**Rilevato che:**

- l'importo trova copertura nelle somme previste alla voce D.1 del Quadro Economico (Economie di gara).

**Dato atto che** l'istruttoria del presente atto è stata svolta dal Dirigente Arch. Giuseppe Cardona, Responsabile del Procedimento, che è incaricato di ogni ulteriore atto necessario per dare esecuzione al provvedimento, fatta salva l'esecuzione di ulteriori adempimenti posti a carico di altri soggetti.



**Considerato che**, con la sottoscrizione del presente atto, il Dirigente, nonché Responsabile del Procedimento, attesta altresì la regolarità e la correttezza dell'azione amministrativa per quanto di competenza, ai sensi dell'art. 147 bis del d.lgs. 267/2000.

**Accertato** che il presente provvedimento non comporta impegno di spesa, in quanto, al fine di dare continuità alle lavorazioni in atto, interferendo il meno possibile con la viabilità cittadina, si provvederà con successivo provvedimento all'impegno delle risorse in favore dell'aggiudicatario, al termine delle operazioni di riaccertamento ordinario dei residui, nonché di anticipo delle previsioni di spesa su annualità 2024.

**Visto** l'atto di sottomissione sottoscritto dall'impresa, Prot. n. NP/2024/536.

Visto il D. Lgs. n. 50 del 18.04.2016 e ss.mm.ii..

Visto il D. Lgs. 36 del 31 marzo 2023 e ss.mm.ii..

Visti gli articoli 107, 153 comma 5 e 192 del D.lgs. n. 267/2000.

Visti gli articoli 77 e 80 dello Statuto del Comune di Genova.

Visti gli articoli 4, 16 e 17 del D.lgs. n. 165/2001.

Vista la Legge n. 241/1990 «Nuove norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi» e ss.mm.ii..

Visto il Regolamento di Contabilità, approvato con delibera Consiglio Comunale del 04/03/1996 n. 34 e ultima modifica con delibera Consiglio Comunale del 09/01/2018 n. 2.

Visto il vigente Regolamento comunale sull'ordinamento degli uffici e dei servizi, approvato con Deliberazione di Giunta Comunale n. 1121 del 16/07/1998, aggiornato con deliberazione di Giunta Comunale n. 33 n. 92 del 15/06/2023;

Visto il Piano Triennale della Prevenzione della Corruzione e della Trasparenza (PTPCT) del Comune di Genova approvato dalla Giunta Comunale con Deliberazione n. 59 del 13/04/2023 - TRIENNIO 2023-2025, quale parte del Piano integrato di Attività e Organizzazione (P.I.A.O.) 2023-2025.

Vista la Deliberazione del Consiglio Comunale n. 70 del 22.12.2023 con la quale sono stati approvati i documenti Previsionali e Programmatici 2024/2026.

Vista la Deliberazione della Giunta Comunale n. 8 del 25.01.2024 con la quale è stato approvato il Piano Esecutivo di Gestione 2024/2026.

## DETERMINA

1. di **approvare** il progetto esecutivo “Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare - PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena” (CUP: B32H22002310006 - MOGE: 20996), costituito dagli elaborati elencati in parte narrativa, che si allegano come parte integrante del presente provvedimento;
2. di **approvare** per i motivi di cui in premessa i maggiori lavori conseguenti alla perizia di variante n. 1 per un importo al lordo dello sconto di gara pari a Euro 2.125.896,70, e conseguentemente per un importo netto pari a Euro 1.744.681,81, oltre IVA;
3. di **dare atto** che la società EN3 ha eseguito la verifica del progetto esecutivo e che in data 19/02/2024 prot. 90646 del 20/02/2024 è stato emesso il rapporto conclusivo dell'attività di verifica con esito positivo;
4. di **dare atto** che il progetto esecutivo in parola integra e sostituisce il progetto stralcio fasi 0 e 1 già approvato con Determinazione Dirigenziale 2023.124 del 13/12/2023 per quanto attiene la determinazione dell'importo delle migliorie offerte in fase di gara (importo da portare in detrazione in fase di redazione della contabilità lavori in proporzione all'avanzamento degli stessi) e per alcuni aspetti di dettaglio;
5. di **dare atto** che i maggiori lavori di cui al punto precedente trovano i loro presupposti, per le motivazioni in premessa, nell'ambito del punto c) del comma 1 dell'art. 106 del Codice;
6. di **dare atto** della sottoscrizione da parte dell'impresa dell'atto di sottomissione Prot. n. NP/2024/536;
7. di **dare atto** che a seguito dell'incremento dell'importo lavori viene adeguata la quota B6 – Accantonamento di cui all'art. 113 D Lgs. n. 50/2016 (incentivo), calcolato nella misura del 1,6% dell'importo lordo di perizia di variante 2.125.896,70, determinando un aumento dell'incentivo di Euro 34.014,35;
8. di **dare atto** che in conseguenza dei maggiori lavori di cui in oggetto il nuovo importo contrattuale netto viene a determinarsi in complessivi Euro 12.087.257,15, di cui Euro 10.542.151,90 per lavori, Euro 782.786,91 per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso, Euro 500.000,00 per lavori in economia ed Euro 262.318,34 per la progettazione, il tutto oltre I.V.A. (22%, 10% e 4%), e pertanto per complessivi Euro 13.304.264,37;
9. di **approvare** il nuovo quadro economico del Progetto Esecutivo dell'appalto “Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare – PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena” (CUP: B32H22002310006 - MOGE: 20996) per un valore complessivo invariato pari a complessivi Euro 16.383.527,32;
10. di **dare atto** che ai sensi dell'art. 106, comma 7, che l'aumento di prezzo non eccede il 50 per cento del valore del contratto iniziale;
11. di **dare atto** che, ai sensi dell'art. 7 comma 1 lett. c del D.P.R. 380/2001, il conseguimento del necessario titolo edilizio abilitativo avviene con l'approvazione del Progetto Definitivo avvenuto con Determinazione Dirigenziale n. 2023/188.0.0./67 esecutiva dal 22/06/2023;
12. di **dare atto** che, al fine di dare continuità alle lavorazioni in atto, interferendo il meno possibile con la viabilità cittadina, si provvederà con successivo provvedimento all'impegno delle risorse in favore dell'aggiudicatario, al termine delle operazioni di riaccertamento ordinario dei residui, nonché di anticipo delle previsioni di spesa su annualità 2024;

- 13.di **dare mandato** alla Direzione Stazione Unica Appaltante per quanto concerne la stipula del contratto aggiuntivo relativo ai qui descritti lavori;
- 14.di **dare atto** che le opere in argomento sono finanziate tramite i fondi di cui al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) nell'ambito dei "Piani integrati" Missione 5 Componente 2, Investimento 2.2, da erogarsi da parte del Ministero dell'interno (cod. Benf. 7286) di cui al finanziamento dall'Unione Europea – NextGenerationEU, tramite Avanzo vincolato in Conto Capitale derivante dal predetto finanziamento e tramite il Fondo Opere Indifferibili, di cui al D.L. 50/2022;
- 15.di **dare atto** che il RUP per l'appalto in argomento è l'arch. Giuseppe Cardona, dipendente di ruolo del Comune di Genova con la qualifica di Dirigente della Direzione di Area Infrastrutture Opere Pubbliche – Progettazione;
- 16.di **dare atto** che l'istruttoria del presente atto è stata svolta da responsabile del procedimento Arch. Giuseppe Cardona, che attesta la regolarità e correttezza dell'azione amministrativa per quanto di competenza, ai sensi dell'art. 147 bis del D. Lgs. n. 267/2000 e che provvederà a tutti gli atti necessari all'esecuzione del presente provvedimento, fatta salva l'esecuzione di ulteriori adempimenti posti a carico di altri soggetti;
- 17.di **dare atto** che è stata accertata l'assenza di conflitto di interessi ex art. 6 bis della Legge n. 241/1990 e ss.mm.ii.;
- 18.di **demandare** agli uffici di Questo Ente, coerentemente alle rispettive competenze, le incombenze conseguenti all'approvazione della presente Determinazione Dirigenziale;
- 19.di **ottemperare** agli obblighi di trasparenza e pubblicità del presente provvedimento ai sensi della vigente normativa di cui agli artt. 27 e 28 del D.lgs. 36/2023.

Il Dirigente

*Arch. Giuseppe Cardona*

*Avverso il presente provvedimento può essere opposto ricorso entro sessanta giorni, dalla data di pubblicazione all'albo pretorio, al Tribunale Amministrativo Regionale della Liguria nei termini e modi previsti dall'art. 2 e seguenti della L.1034/1971 e s.m. e i. , ovvero entro centoventi giorni dalla data di pubblicazione al Presidente della Repubblica nei termini e modi previsti dall'art. 8 e seguenti del D.P.R. 1199/1971.*

02						
01	07/03/2024	RECEPIMENTO RICHIESTE STAZIONE APPALTANTE				
00	18/12/2023	PRIMA EMISSIONE				
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Controllato (progettista)	Verificato (resp. Ufficio)	Approvato (Direttore)

# COMUNE DI GENOVA

Direzione di Area Infrastrutture Opere Pubbliche  
**PROGETTAZIONE**

Dirigente Responsabile

**Arch. Giuseppe CARDONA**

Comittente **ASSESSORATO BILANCIO, LAVORI PUBBLICI,  
OPERE STRATEGICHE INFRASTRUTTURALI, RAPPORTI CON I MUNICIPI**

Codice Progetto **09.28.02**

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE **Arch. Giacomo GALLARATI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO **Arch. Giuseppe CARDONA**

MANDATARIA /CAPOGRUPPO  
Progettazione paesaggistica e sicurezza

**StudioSilva S.r.l.**  
Via privata A. Caccianino 3, 20131 Milano  
phone: +39 051 6360417



e-mail: info@studiosilva.it  
web: www.studiosilva.it

MANDANTI:  
Progettazione architettonica

**Arch. Dong Sub Bertin - DSB landscape** **DSB landscape**

Via privata A. Caccianino 3, 20131 Milano  
phone: +39 02 2500672

e-mail: info@dsb-la.it  
web: www.dsb-la.it

Progettazione strutturale, viabilità e impiantistica

**StudioSPS S.r.l.**

Via Roma 9, Vimodrone (MI)  
phone: +39 02 2500672

**STUDIO SPS**

e-mail: info@studiosps.it  
web: www.studiosps.it

Elaborazione BIM

**Y.U.PPIES' SERVICES S.r.l.**

Via Pescaia n. 315, Modena  
phone: +39 059 282727

**YUPIES SERVICES**

e-mail: yuppies@yuppies.it  
web: www.yuppies.it

Geologia

**Geol. Paolo Peirone**

Via Barrili 4/1, Savona  
phone: +39 347 2764854



e-mail: paolopeirone@etatolimit.it

Consulente per la progettazione stradale

**Ing. Omar Bodrito**

Via Moncenisio 39, 10093 Collegno (TO)  
phone: +39 011 5826155



Ingegneria.Consulenza.Servizi

e-mail: obx@ob-x.it  
web: www.ob-x.it

IMPRESA ESECUTRICE



**TECNOTATTI**  
Via Borzoli 22B, 16153 Genova  
amministrazione@tecnotatti.it  
t. 010.8680201

IMPRESA AFFIDATARIA



**CMCI S.c.a.r.l. CONSORZIO STABILE**  
Via Di Cretpo 21, 16165 Genova  
info@cmci-italia.it t. 010.8684657



MINISTERO  
DELL'INTERNO



**GENOVA CITTÀ  
METROPOLITANA  
PIANO URBANO INTEGRATO**

P.N.R.R. - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.2

Intervento/Opera

**LUNGOMARE CANEPA - Nuovo parco urbano lineare**

Oggetto della Tavola

**Relazione specialistica DNSH**

Livello Progettazione

**PROGETTO ESECUTIVO**

**DNSH**

Codice MOGE

**20996**

Codice CUP

**B32H22002310006**

Codice identificativo tavola

Municipio	Centro Ovest	II
Quartiere	SAMPIERDARENA	9
N° progr. tav.	N° tot. tav.	
Scala	Data	
--	18/12/2023	

Tavola n°  
**R1  
E-Amb**

## REVISIONI

Rev.	Data	Emesso da	Descrizione
00	18/12/2023	Dott. Marco Sassatelli	Prima Emissione
01	07/03/2024	Dott. Marco Sassatelli	Recepimento richieste Stazione Appaltante

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
04/03/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	2 / 74

## Sommario

1. PREMESSA .....	4
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	5
2.2 AREA DI INTERVENTO E STATO ATTUALE .....	6
2.3 INTERVENTI PREVISTI DAL PROGETTO .....	8
2.4 SPOSTAMENTO E MESSA A NORMA DI VIA LUNGOMARE CANEPA.....	9
2.5 IL PARCO LINEARE E LA PISTA CICLABILE .....	10
2.6 PREDISPOSIZIONE DELLA STRUTTURA DI FONDAZIONE DELLA FUTURA BARRIERA ACUSTICA.....	12
3. INDIVIDUAZIONE DI MISSIONE E OBIETTIVO PNRR DI RIFERIMENTO .....	13
3.1 Quadro di riferimento normativo e metodologico .....	13
3.2 Qualificazione dell'intervento.....	16
3.3 Indicatori specifici.....	18
4. VERIFICA DEGLI EVENTUALI CONTRIBUTI SIGNIFICATIVI AGLI OBIETTIVI AMBIENTALI COMUNITARI.....	21
5. DEFINIZIONE DELLE MISURE PER RIDURRE LE QUANTITÀ DEGLI APPROVVIGIONAMENTI ESTERNI .....	22
6. STIMA DEGLI IMPATTI SOCIO-ECONOMICI DELL'OPERA .....	23
6.1 Riduzione dell'inquinamento acustico .....	23
6.2 Miglioramento della qualità dell'aria.....	23
6.3 Miglioramento della qualità della vita.....	24
6.4 Rivalutazione del parco immobiliare.....	24
6.5 Stimolo all'attività economica.....	24
6.6 Creazione di nuova occupazione .....	25
7. INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE DI TUTELA DEL LAVORO DIGNITOSO, IN RELAZIONE ALL'INTERA FILIERA SOCIETARIA DELL'APPALTO.....	26
8. ANALISI DI RESILIENZA (ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI) .....	27
8.1 Acque.....	28
8.2 Temperatura.....	28
8.3 Venti.....	30
9. VALUTAZIONE DEL RISPETTO DEL PRINCIPIO DNSH - METODOLOGIA.....	31
5.2. FASE 2 – LISTE DI CONTROLLO .....	44
10. CONCLUSIONI .....	50
11. ALLEGATO 01 – ANALISI DI RESILIENZA.....	52

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	3 / 74

11.1	Analisi di resilienza (adattamento ai cambiamenti climatici).....	52
11.1.1	Acque .....	54
11.1.2	Temperatura .....	64
11.1.3	Venti .....	72

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	4 / 74

## 1. PREMESSA

Le indicazioni della presente Relazione si basano su vincoli e orientamenti contenuti in Regolamenti e Atti delegati collegati al Regolamento (UE) 2021/241 — che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, che stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento, e le regole di erogazione di tale finanziamento — che, all’articolo 5 - “Principi orizzontali”, riporta: “Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio «non arrecare un danno significativo»”.

L’obiettivo delle Valutazioni DNSH, dunque, è di fornire, per ogni intervento finanziato dal PNRR, gli elementi atti a dimostrare se e come esso contribuisca ad almeno uno degli obiettivi ambientali definiti nel Regolamento UE 2020/852 “Tassonomia” e di dimostrare che esso “non arreca un danno significativo” a nessuno degli altri obiettivi ambientali riportati all’art.9 (Obiettivi ambientali):

- 1) la mitigazione dei cambiamenti climatici (art. 10);
- 2) l’adattamento ai cambiamenti climatici (art. 11);
- 3) l’uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine (art. 12);
- 4) la transizione verso un’economia circolare (art. 13);
- 5) la prevenzione e la riduzione dell’inquinamento (art. 14);
- 6) la protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi (art. 15).

Le indicazioni provenienti dai documenti dell’UE sono integrate con quelle contenute nella “Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all’ambiente (cd. DNSH)” di cui alla Circolare n. 32 del Ministero dell’Economia e delle Finanze del 30 dicembre 2021, come aggiornata dalla Circolare 33 del 13 ottobre 2022 (di seguito “Guida operativa”) e dalle indicazioni fornite dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri per gli interventi del PNRR sui campi di intervento dell’Allegato VI e VII del Regolamento UE 2021/241 da adottare con il rispettivo coefficiente di sostegno.



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	5 / 74

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'Intervento di cui occorre definire gli effetti in termini di sostenibilità richiamati al paragrafo precedente, è definito dal progetto architettonico (ora elaborato a livello di Progettazione Definitiva) per la **“riqualificazione della strada Lungomare Giuseppe Canepa”**.

L'intervento è situato nel Comune di Genova, nel quartiere di Sampierdarena, intende definire gli interventi per riqualificare l'asse viario in ottemperanza alle normative vigenti, raccorderla con il progetto del futuro nuovo tunnel portuale e la previsione del Parco della Lanterna a Est, creare un nuovo parco lineare e nuovi spazi pubblici di relazione a servizio dell'abitato di Sampierdarena.

Lungomare Giuseppe Canepa rappresenta:

- la strada principale di collegamento tra il centro ed il ponente della città;
- via d'accesso al Porto tramite i varchi di ponte Etiopia a levante e di ponte Libia a ponente.

Verso levante essa si collega alla rampa elicoidale, realizzata a metà degli anni '30, per l'accesso al casello autostradale di Genova Ovest ed alla Strada Sopraelevata Aldo Moro, mentre verso ovest vede la sua naturale prosecuzione nella nuova via Guido Rossa di collegamento al casello Autostradale di Genova Aeroporto o verso i quartieri del ponente genovese.

Il Lungomare Canepa ha assunto nel tempo un ruolo di strada urbana a scorrimento veloce, aumentato con il proprio allargamento realizzato dopo il crollo del Ponte Morandi e che verrà ulteriormente potenziato con la realizzazione del tunnel subportuale di cui Lungomare Canepa rappresenta l'accesso da ponente. La necessità di riqualificazione deriva dalla vicinanza con il tessuto edificato (costituito da caseggiati alti fino a 7 piani), distante pochi metri da essa, che deve sopportarne l'inquinamento acustico, atmosferico, ambientale in generale dovuto all'alta mole di traffico che vi scorre nell'intero arco delle 24 ore di ciascun giorno.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	6 / 74

## 2.2 AREA DI INTERVENTO E STATO ATTUALE



Figura 1. Foto aerea dell'area di intervento

L'area oggetto d'intervento è uno sviluppo lineare di circa 900 m. sulla superficie compresa tra:

- lato sud: muro di confine con area Doganale Portuale;
- lato nord: gli edifici esistenti su lungomare Canepa e i distacchi tra loro fino al limite del marciapiede di via Sampierdarena;
- lato est: l'innesto con via Pietro Chiesa (Caserma Testero);
- lato ovest: la svolta di Lungomare Canepa in direzione Campi verso via Antonio Pacinotti

. La strada è oggi costituita da due carreggiate: una a tre corsie in direzione levante e una a due corsie in direzione ponente che diventano tre dove ci sono le uscite per garantire il collegamento con le strade urbane di quartiere (in corrispondenza di piazzetta dei Minolli e via Antonio Pacinotti)

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	7 / 74

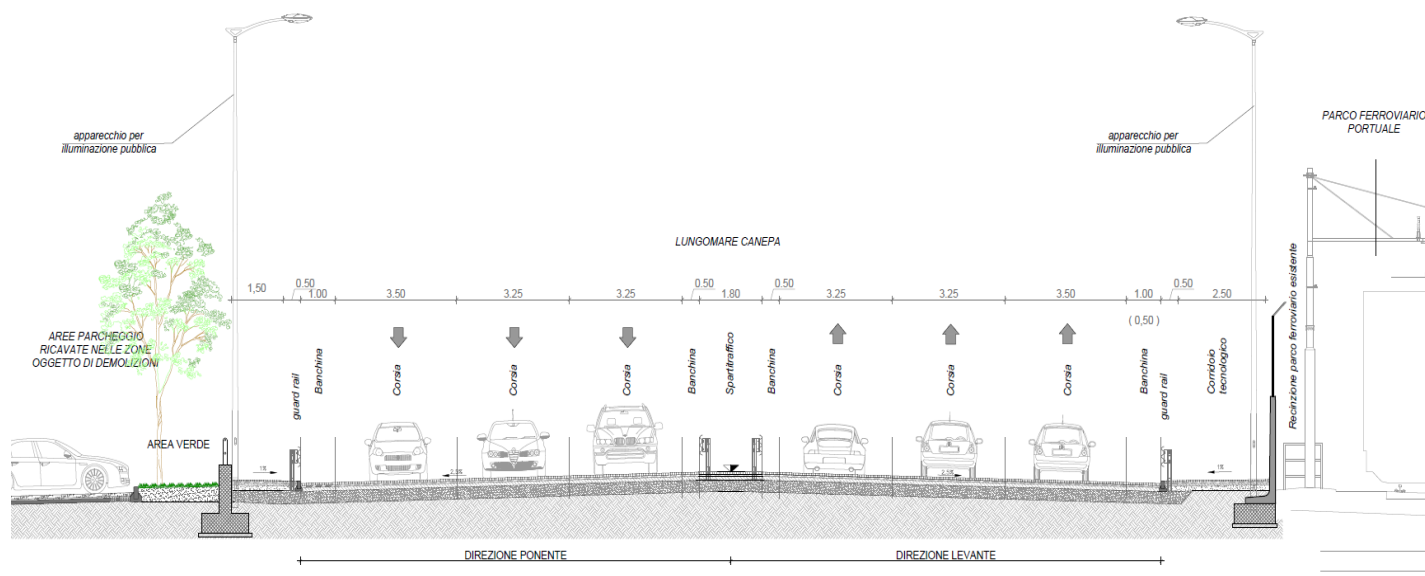


Figura 2. Sezione schematica dello stato attuale



Figura 3 Marciapiede sud - pista ciclabile esistente

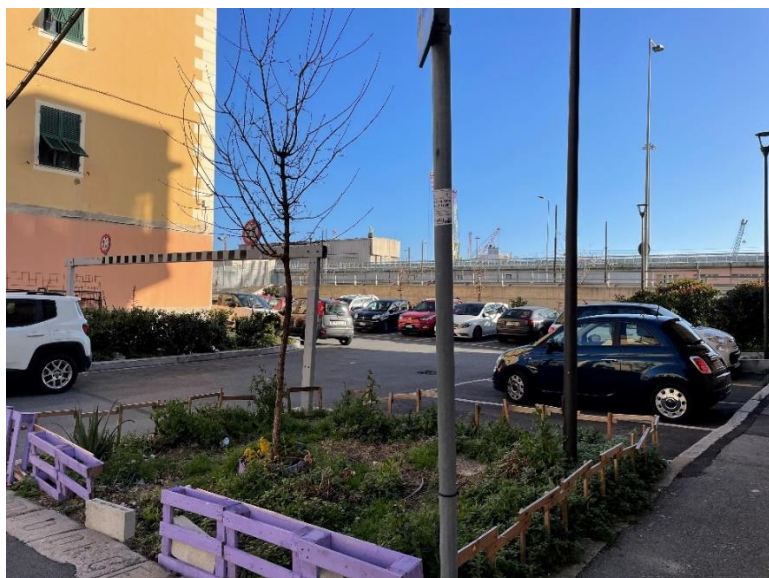


Figura 4 Marciapiede esistente lato nord della carreggiata

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	8 / 74

La separazione tra le due carreggiate è costituita da doppio guard-rail centrale che dà origine ad uno spartitraffico di larghezza pari a circa 180 cm, mentre le corsie a nord - direzione ponente sono delimitate verso l'abitato da un marciapiede di servizio (protetto da guard rail) non sempre presente, largo circa 150 cm con interruzioni in corrispondenza delle uscite veicolari per il collegamento alle strade interne del quartiere.

L'area di progetto comprende le aree prospicienti gli edifici di Via Sampierdarena, dal civico n.2 al civico n.46 sul lato sud e davanti ai civici su Via Pietro Chiesa fino alla Caserma della Guardia di Finanza T. Testero, sempre lato sud e gli spazi compresi tra gli edifici: queste ultime sono aree per lo più adibite a parcheggi con piccole aree destinate a verde, con alberature poco sviluppate di impianto recente e arbusti.



*Figura 5 Area parcheggio in corrispondenza del civico 2 di Via Sampierdarena*

### 2.3 INTERVENTI PREVISTI DAL PROGETTO

Il progetto, in risposta alle esigenze del quartiere e dell'intera città sviluppa i temi seguenti:

- 1.3.1 Lo spostamento e la messa a norma della strada carrabile per un tratto di circa 900 metri lineari: l'asse stradale viene traslato a ridosso del muro che delimita l'area portuale e viene raccordato con il progetto del futuro tunnel portuale a Est e con la viabilità esistente a Ovest; in questo modo, anche se di pochi metri, l'arteria stradale si allontana dagli edifici.
- 1.3.2 La previsione di un parco lineare nello spazio derivante dallo spostamento della strada, fino agli edifici esistenti su lungomare Canepa e i loro distacchi verso Via Sampierdarena e la definizione della sua continuità con il futuro Parco della Lanterna a est e con la nuova sistemazione di Via Sampierdarena; in questo modo si eleva la quantità e qualità degli spazi

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	9 / 74

urbani pubblici.

1.3.3 La predisposizione di una struttura di fondazione finalizzata alla realizzazione di una barriera antirumore che sarà progettata e realizzata in un tempo successivo alla presentazione del presente progetto; la barriera antirumore è fortemente attesa dai residenti, esasperati dal rumore del traffico di scorrimento.

Si specifica che non sono presenti edifici, né previsti di nuovi, nell'area di progetto.

## 2.4 SPOSTAMENTO E MESSA A NORMA DI VIA LUNGOMARE CANEPA

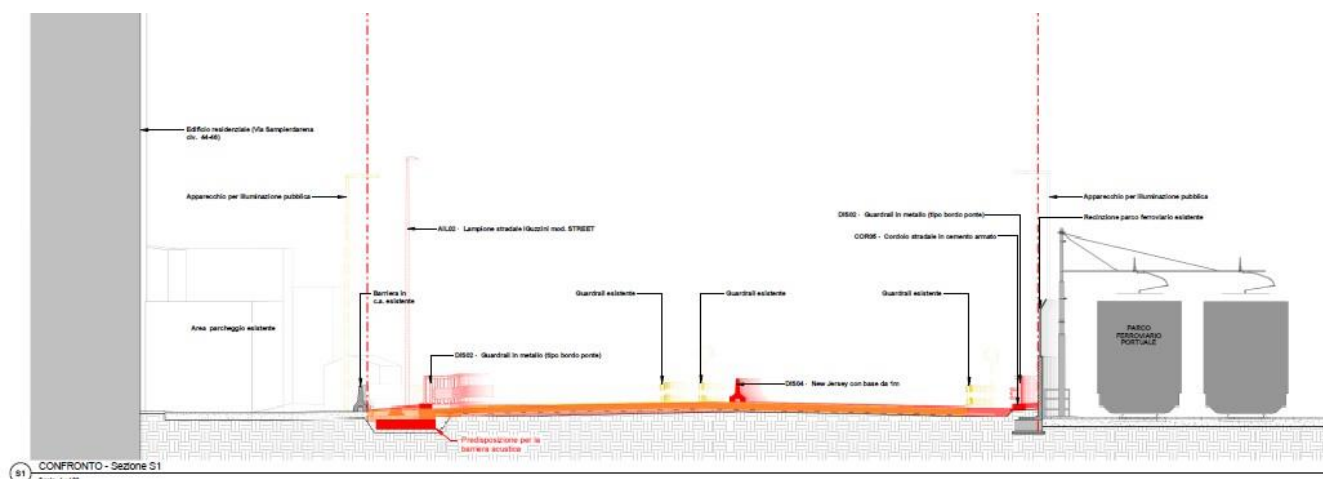


Figura 6 Sezione di confronto relativa allo spostamento della sede stradale

Considerata la necessità di mettere a norma Lungomare Canepa, al fine contestualmente di aumentare lo spazio destinato al parco lineare il progetto prevede lo spostamento della strada a ridosso del muro che confina a sud con l'area portuale, la pista ciclabile – ad oggi poco utilizzata - che costeggia il lato sud di Lungomare Canepa verrà spostata sul lato a nord della strada, a diretto contatto con l'abitato.

L'intera sezione stradale verrà traslata verso sud e verranno ricalibrate le dimensioni delle banchine, dei guard rail, delle corsie secondo normativa corrispondente alla classificazione della strada.

“Sezione D – Urbana di scorrimento” (Decreto Ministeriale protocollo 6792 del 05/11/2001) con 3 corsie di marcia in direzione levante e 2 corsie di marcia in direzione ponente.

Rispetto alla configurazione iniziale è stato scelto uno spostamento della carreggiata stradale di circa 2 m lato mare per consentire la corretta definizione della sezione, nella quale sono riportati – senza richieste

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	10 / 74

di deroghe – banchine di 1m e spazi psicotecnici interni di 0,5m. Le corsie sono tutte di 3,25 m per una sezione complessiva di 23,50m. La velocità di progetto è configurata a 80 km/h con limite di velocità 70 km/h per tutto il tracciato. Viste le conformazioni urbanistiche attuali è stato possibile verificare le curve di uscita ad una velocità di progetto pari a 30 km/h con un limite di velocità sulle corsie di decelerazione e di accelerazione a 20 km/h.

La nuova sede stradale si raccorderà a levante con l'uscita dal tunnel che attraverserà il fondale del Porto Antico, mentre a ponente si andrà a raccordare alla nuova strada Guido Rossa.

Lo spostamento della sezione stradale ove possibile avverrà mediante demolizione e rifacimento dei due strati più superficiali del manto stradale (binder e manto d'usura), necessario, per la realizzazione delle corrette pendenze trasversali e longitudinali, si provvederà a maggiori scavi e/o riporti di terreno.

## 2.5 IL PARCO LINEARE E LA PISTA CICLABILE

Il progetto si propone di dare al quartiere un'area verde unitaria che percorra linearmente tutti i 900 metri in cui la strada verrà traslata e che sia caratterizzata dalla presenza di una pista ciclabile e un percorso pedonale affiancati da spazi verdi di sosta; verranno mantenuti i necessari spazi di parcheggio per i residenti e le attività presenti.

Il nuovo parco lineare che affiancherà l'asse viario di Lungomare Canepa per tutta la sua lunghezza sarà caratterizzato dalla presenza di una pista ciclabile e di un percorso pedonale accessibile a tutti.

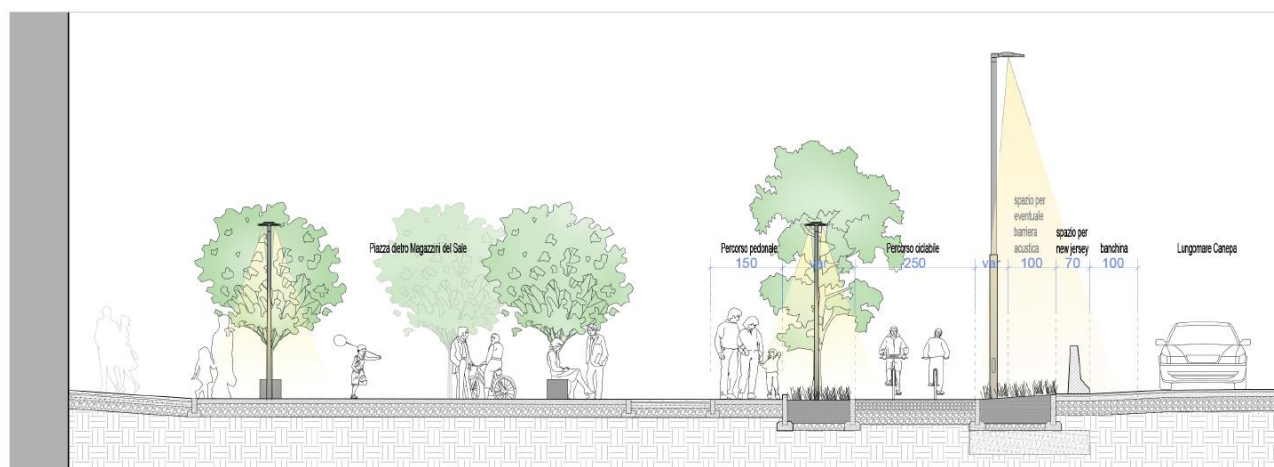


Figura 8 Sezione presso piazza dietro i Magazzini del Sale.

Tali percorsi a levante si raccorderanno con gli spazi verdi del progetto del parco a copertura del nuovo tunnel portuale/parco della Lanterna, mentre a ponente i percorsi entreranno nel quartiere di Sampierdarena, si raccorderanno con la nuova sistemazione di Via Sampierdarena attualmente in corso

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	11 / 74

di realizzazione e proseguirà verso ponente per connettersi con il giardino lineare di Cornigliano.

La pista ciclabile e il camminamento verranno affiancati da aree verdi che si estenderanno dove possibile nei distacchi tra gli edifici fino a Via Sampierdarena. Tali aree saranno utilizzate sia come aree di sosta, sia come punti di raccordo tra il parco lineare e via Sampierdarena.

Sarà possibile accedere al parco in diversi punti con lo scopo di creare un forte collegamento tra parco e città, in modo da restituire al quartiere un nuovo spazio verde con ampia accessibilità.

Là dove sono presenti dislivelli tra il percorso pedonale e ciclabile principale verranno realizzate rampe a norma per consentirne il superamento.



Figura 9 Sezione in corrispondenza della palazzina Bertorello

Il progetto del verde seguirà criteri che assicurino coerenza progettuale, la sostenibilità ambientale e l'efficacia funzionale, oltre ad aspetti ornamentali la sistemazione a verde svolgerà anche specifiche funzioni, quali:

- la riduzione degli effetti della presenza della strada ad intenso traffico veicolare mediante la creazione di quinte verdi di separazione con altezze diverse;
- la riqualificazione dell'area interessata dal progetto, con creazione di zone a struttura differenziata della vegetazione in base alla funzione principale;
- la mitigazione degli effetti ambientali (isole di calore provocate dall'urbanizzazione) in particolare per gli utenti della ciclo-pedonale e per gli edifici prospicienti;

I principi di scelta delle soluzioni progettuali sono riconducibili, oltre che alla buona pratica, agli obiettivi ed alle indicazioni di cui alla Legge 14 gennaio 2013, n. 10 – Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani, alle linee guida contenute nella Strategia Nazionale prevista da tale normativa ed agli indirizzi contenuti nel Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici, che prevede, tra le azioni specifiche di medio-

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	12 / 74

lungo periodo, l'aumento della connettività territoriale e delle infrastrutture verdi per ridurre gli impatti da isole di calore, precipitazioni intense e inondazioni negli insediamenti urbani (PNACC, 2017).

Il progetto è conforme al Regolamento Comunale del Verde del Comune di Genova in vigore dal 20 marzo 2012.

## **2.6 PREDISPOSIZIONE DELLA STRUTTURA DI FONDAZIONE DELLA FUTURA BARRIERA ACUSTICA**

La popolazione residente richiede un minor livello acustico indotto da Lungomare Canepa: il progetto accoglie in parte questa istanza prevedendo la realizzazione della struttura di fondazione per la realizzazione di una futura barriera con funzione di isolamento acustico tra Lungomare Canepa e il parco (e gli edifici di via Sampierdarena).

Lo studio e le caratteristiche di questa barriera non sono oggetto del presente progetto, pertanto il progetto delle fondazioni è stato realizzato tenendo conto delle indicazioni della committenza relativamente alle sue caratteristiche dimensionali di massima.

Contestualmente agli scavi per la realizzazione dello spostamento a mare di Lungomare Canepa e della nuova pista ciclabile e alla modifica della rete di smaltimento delle acque meteoriche, si prevede la realizzazione di una fondazione continua in cemento armato (sezione della fondazione 260 cm x 44 cm), che si sviluppi per tutta la lunghezza dell'intervento e che possa essere utilizzata come base nel caso in futuro si intenda realizzare una paratia con la funzione di attenuare il rumore per i residenti.



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	13 / 74

### 3. INDIVIDUAZIONE DI MISSIONE E OBIETTIVO PNRR DI RIFERIMENTO

In questo capitolo sono illustrati i criteri e le metodologie di verifica del rispetto del principio DNSH. Come anticipato nella premessa introduttiva, nell’ambito di tale verifica sono ricompresi gli aspetti relativi alla “Carbon Footprint” ed all’analisi del ciclo di vita (LCA) dell’opera.

#### 3.1 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO E METODOLOGICO

Nell’ambito del Piano d’Azione per la finanza sostenibile, la Commissione Europea ha varato il Regolamento UE 852/2020 in cui sono contenuti:

- la tassonomia degli investimenti che forniscono un “contributo sostanziale alla transizione ecologica”;
- le regole che devono essere applicate agli investimenti ai quali si deve applicare il Principio del “Do Not Significant Harm” (DNSH), ovvero il principio che un investimento non deve “arrecare danno significativo all’ambiente” in tutto il suo ciclo di vita.

La tassonomia degli investimenti che contribuiscono in modo sostanziale alla transizione ecologica e il principio del DNSH sono declinati nell’art. 9 del Regolamento 852/2020 in sei obiettivi ambientali stabiliti nell’Accordo di Parigi e successivamente integrati nel Green Deal.

Nell’elenco seguente sono descritti i sei obiettivi ambientali e l’approccio generale che deve essere seguito per la valutazione del principio DNSH.

Obiettivo 1: *mitigazione dei cambiamenti climatici*, l’investimento non deve portare a significative emissioni di gas serra (GHG);

Obiettivo 2: *adattamento ai cambiamenti climatici*, l’investimento non deve determinare un maggiore impatto negativo del clima attuale e futuro, sull’attività stessa o sulle persone, sulla natura o sui beni;

Obiettivo 3: *uso sostenibile o alla protezione delle risorse idriche e marine*, l’attività non deve essere dannosa per il buono stato dei corpi idrici (superficiali, sotterranei o marini) determinandone il loro deterioramento qualitativo o la riduzione del potenziale ecologico;

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	14 / 74

Obiettivo 4: economia circolare, inclusa la prevenzione, il riutilizzo ed il riciclaggio dei rifiuti, l'investimento non deve generare significative inefficienze nell'utilizzo di materiali recuperati o riciclati, incrementi nell'uso diretto o indiretto di risorse naturali, incremento significativo di rifiuti, al loro incenerimento o smaltimento, causando danni ambientali significativi a lungo termine;

Obiettivo 5: prevenzione e riduzione dell'inquinamento, l'investimento non deve determinare un aumento delle emissioni di inquinanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo;

Obiettivo 6: protezione e al ripristino di biodiversità e degli ecosistemi, l'attività non può essere dannosa per le buone condizioni e resilienza degli ecosistemi o per lo stato di conservazione degli habitat e delle specie, comprese quelle di interesse per l'Unione Europea.

Il Regolamento 852/2020 è stato concepito prima di tutto per le attività finanziarie e gli investimenti sottostanti alle stesse ed ha un carattere sostanzialmente non obbligatorio. I meccanismi di applicazione dei principi della tassonomia sono stati demandati ad una serie di Atti Delegati il primo dei quali è stato pubblicato nel giugno 2021, un secondo nel gennaio 2022 e un terzo è in fase di pubblicazione<sup>1</sup>.

Tuttavia, la Comunicazione della Commissione C (2021) 1054 final ha di fatto reso obbligatoria la sua applicazione a tutti gli investimenti e le riforme del PNRR. Ne consegue che nell'ambito del PNRR il principio DNSH viene svincolato dalla sua funzione originaria (quella di coordinamento generale all'interno del sistema tassonomico e, più in generale, della sostenibilità degli investimenti) e assume un'autonoma rilevanza: quella di clausola generale volta ad assicurare una sorta di conformità minima alla politica europea del Green Deal e agli obiettivi ambientali dell'UE.

In relazione al PNRR, l'obbligo di assicurare il rispetto del DNSH viene posto dalla legge direttamente in capo alle amministrazioni pubbliche, le quali sono chiamate a garantire che ogni misura del Piano non arrechi un danno significativo agli obiettivi ambientali, adottando specifici requisiti negli atti programmatici e attuativi dello stesso.

È in tale contesto che, proprio per agevolare le amministrazioni pubbliche, il MEF ha elaborato la Guida operativa citata in premessa per specificare le condizioni di rispetto del principio DNSH.

Nello specifico, la guida si compone di:

- una **mappatura** delle misure del PNRR, che ha la funzione di associare ad ogni misura i settori di attività che potrebbero essere svolte per la realizzazione degli interventi;

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	15 / 74

- delle **schede tecniche** relative a ciascun settore di attività (per es., costruzione di nuovi edifici, fotovoltaico, ciclabili), la cui funzione è quella di contestualizzare i principi guida del DNSH per il settore e fornire i vincoli per garantire il principio del DNSH, nonché i riferimenti normativi nazionali ed europei e esempi di elementi di verifica;
- **check list** di verifica e controllo per ciascun settore di attività, che riassumono in modo molto sintetico i principali elementi di verifica richiesti nella corrispondente scheda tecnica.

Secondo quanto indicato dalla Guida Operativa del MEF, per assicurare il rispetto dei vincoli DSNH in fase di attuazione è opportuno che le amministrazioni titolari di misure e i soggetti attuatori:

- indirizzino, a monte del processo, gli interventi in maniera che essi siano conformi inserendo gli opportuni richiami e indicazioni specifiche nell'ambito degli atti programmatici di propria competenza, tramite per esempio l'adozione di liste di esclusione e/o criteri di selezione utili negli avvisi per il finanziamento di progetti;
- adottino criteri conformi nelle gare di appalto per assicurare una progettazione e realizzazione adeguata;
- raccolgano le informazioni necessarie per la rendicontazione di ogni singola milestone e target il rispetto delle condizioni collegate al principio del DSNH e definiscano la documentazione necessaria per eventuali controlli.

È importante precisare che il Ministero dell'Economia e delle Finanze ha previsto due diversi regimi di conformità cui subordinare eventualmente l'erogazione dei fondi PNRR, ossia:

- Regime 1: corrispondente al regime di Contributo Sostanziale alla transizione ecologica; richiede il rispetto di requisiti più stringenti;
- Regime 2: corrispondente al semplice rispetto del Principio DNSH; presenta requisiti meno complessi.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	16 / 74

### 3.2 QUALIFICAZIONE DELL'INTERVENTO

Per lo specifico Investimento del PNRR in cui ricade l'intervento oggetto di finanziamento, il campo di intervento ai sensi dell'Allegato VI - Metodologia di controllo del clima del Regolamento (UE) 2021/241, e la relativa percentuale di contributo alla lotta al cambiamento climatico individuabile è:

MISSIONE 5. INCLUSIONE E COESIONE

COMPONENTE C2 Infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore

ID Misura: M5C2I2.2

Codice Univoco Misura: M5C2I2.02

Descrizione misura: Piani urbani integrati

Nella tabella che segue sono riportati il regime da applicare e le schede tecniche da considerare ai fini dell'applicazione del principio DNSH.

Anagrafica dell'investimento	Regime	Schede tecniche da considerare
<b>M5</b> Infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore <b>C2 – Inv. 2.2</b> Piani Urbani Integrati (general project)	Regime 2	Scheda 1 – Costruzione nuovi edifici Scheda 2 – Ristrutturazione degli edifici Scheda 5 – Interventi edili e cantieristica generica Scheda 9 – Acquisto di nuovi veicoli Scheda12 – Produzione di elettricità da pannelli solari Scheda19 - Imboschimento

Come si può osservare, questa tipologia di intervento ricade in “Regime 2”, quindi non fornisce alcun contributo sostanziale alla transizione ecologica.

In altri termini, chi predispose il progetto non è tenuto a dimostrare i benefici ambientali che esso genera,

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	17 / 74

ma solo che il progetto, nella sua realizzazione, manutenzione successiva e dismissione non arrechi un danno significativo all'ambiente.

Sembra utile evidenziare tuttavia che il progetto, pur essendo collocato in Regime 2 “per norma”, apporta comunque alcuni contributi, sia pure non sostanziali, alla transizione ecologica. Essi sono:

- A. Riduzione del rumore del tratto di strada per i residenti. (Obiettivo 5).
- B. Efficientamento energetico del nuovo impianto di illuminazione. (Obiettivi 1 e 2).
- C. Riduzione dell'inquinamento delle polveri sottili nell'aria, migliorandone la dispersione, anche se non è previsto un impianto di abbattimento. (Obiettivo 5).
- D. Inserimento di un parco lineare che fornisce un servizio ecosistemico e di regolazione climatica in quella parte di città. (Obiettivo 6).

Delle schede tecniche del MEF, le prime due schede non si applicano al Progetto Lungomare Canepa in quanto riguardano la costruzione o ristrutturazione di edifici residenziali o commerciali. La scheda 9 verte sull'acquisto di veicoli: non è quindi un elemento che riguardi la programmazione e la realizzazione dell'opera; tuttavia, in tale scheda sono individuati valori di emissione che possono rappresentare un utile riferimento per i valori da indicare per quanto riguarda le prestazioni delle macchine stradali. Verrà quindi considerata nel presente documento con questa finalità. Analogamente, in merito alla scheda 19, pur non facendo parte del progetto un'attività di “imboschimento” quale quella indicata nella scheda, ai fini del presente documento sono state considerate le voci applicabili alla realizzazione dell'area verde.

In definitiva, le schede pertinenti all'intervento in esame sono la scheda 5 e, con le limitazioni esposte in precedenza, la scheda 12.

Si noti che, nelle schede del MEF sono elencate tutte le caratteristiche che devono essere rispettate, sia per gli investimenti finalizzati a fornire un “Contributo Sostanziale” alla Transizione Ecologica, sia per quelli che devono semplicemente rispettare il principio DNSH. In particolare, gli indicatori utilizzati per valutare gli impatti sono forniti principalmente per gli investimenti finalizzati a fornire il “Contributo Sostanziale” (ovvero il Regime 1) e, peraltro, solo in misura limitata. Per il Regime 2, che prevede solo l'applicazione del principio DNSH, non sono stati individuati indicatori specifici, lasciando alle Amministrazioni Pubbliche il compito di specificarli in relazione al tipo di investimento e al contesto in cui esso avviene.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	18 / 74

### 3.3 INDICATORI SPECIFICI

Alla luce di quanto esposto nei precedenti paragrafi ed in considerazione della tipologia di progetto previsto sono stati individuati:

1. Elementi e indicatori obbligatori per la realizzazione dell'intervento.
2. Elementi e indicatori rispettati nella redazione del progetto.
3. Documenti e strumenti necessari per dimostrare, in fase di sviluppo ed esecuzione del progetto, che sono stati rispettati i principi DNSH; tra questi le analisi carbon footprint ed LCA (Life Cycle Assessment).

Gli indicatori che dovranno essere rispettati obbligatoriamente dalle imprese che realizzeranno l'opera riguardano principalmente gli obiettivi comunitari 1 e 2. In considerazione degli elementi di criticità recentemente emersi anche a livello locale (regionale) è stato aggiunto anche l'obiettivo 3, il cui effettivo inserimento è rinviato alle valutazioni dell'Amministrazione. Gli indicatori in questione sono riportati nella tabella che segue.

Obiettivi generali del Regolamento 852/2020	Indicatori di impatto obbligatori
Obiettivo 1- mitigazione dei cambiamenti climatici	<b>Climate change</b> in ottica Carbon Footprint (ISO 14064-2), con ripartizione delle emissioni tra dirette e indirette <sup>2</sup> (ex scope 1, 2 e 3)
Obiettivo 2 - adattamento ai cambiamenti climatici	
Obiettivo 3 - uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine;	<b>Water use</b> secondo l'approccio PEF (Product Environmental Footprint) della Raccomandazione UE 2279/2021 o, in alternativa, secondo l'approccio della Water Footprint (ISO 14046:2014)

Gli indicatori utilizzati nella redazione del progetto sono riportati nella tabella che segue.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	19 / 74

<b>Obiettivi generali del Regolamento 852/2020</b>	<b>Indicatori per gli elementi premianti</b>
Obiettivo 1 - mitigazione dei cambiamenti climatici;	<b>Climate change – Fossil</b> secondo l’approccio PEF (Product Environmental Footprint) della Raccomandazione UE 2279/2021
Obiettivo 2 - adattamento ai cambiamenti climatici;	
Obiettivo 3 - uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine;	<b>A) Acidification; B) Eutrophication, marine,</b> secondo l’approccio PEF (Product Environmental Footprint) della Raccomandazione UE 2279/2021
Obiettivo 4 - transizione verso un’economia circolare;	<b>A) Resource use, fossils; B) Resource use, minerals and metals,</b> secondo l’approccio PEF (Product Environmental Footprint) della Raccomandazione UE 2279/2021
Obiettivo 5 - prevenzione e la riduzione dell’inquinamento	<b>Particulate matter,</b> secondo l’approccio PEF (Product Environmental Footprint) della Raccomandazione UE 2279/2021
Obiettivo 6 - protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi	<b>A) Land use; B) Climate change, Land use and LU change,</b> secondo l’approccio PEF (Product Environmental Footprint) della Raccomandazione UE 2279/2021

Come si può osservare, mentre gli indicatori obbligatori monitorano esclusivamente le emissioni e l’uso di acqua, gli indicatori considerati dal progetto hanno una finalità che concerne ogni singolo obiettivo della tassonomia. Le caratteristiche di ciascun indicatore sono infatti le seguenti.

- Climate change fossil**, identifica nell’ambito delle emissioni di CO<sub>2</sub> di gas GHG quelle che sono specificamente riconducibili ai combustibili fossili, permettendo di verificare la loro eventuale riduzione rispetto ai benchmark medi stabiliti;
- A) Acidification; B) Eutrophication, marine** sono due indicatori specifici sulla qualità delle acque; il primo riguarda l’acidificazione mentre il secondo riguarda la proliferazione di elementi nutritivi che stimolano la crescita di organismi vegetali (tipicamente le alghe) e riducono la presenza di

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	20 / 74

ossigeno, causando la morte della fauna acquatica; esiste già di un indicatore di questa natura, ma è stato scelto quello inerente alle acque marine dato il recapito delle acque incidenti l'area.

3. **A) Resource use, fossils; B) Resource use, minerals and metals** sono due indicatori che misurano l'esaurimento delle risorse fossili e delle risorse connesse all'estrazione dei minerali e dei metalli; sono strettamente connessi ai temi dell'economia circolare, in quanto un maggior riciclo delle risorse o, più in generale, l'allungamento del ciclo di vita di un prodotto implica un minor uso di risorse estratte e quindi riduce il potenziale esaurimento delle stesse.
4. **Particulate matter**, si riferisce alle polveri sottili (PM 10 e PM 2,5) che sono un elemento essenziale dell'inquinamento dell'aria; una loro riduzione è connessa direttamente al minor inquinamento.
5. **A) Land use; B) Climate change Land use and LU change** sono indicatori complessi connessi al consumo di suolo e agli impatti sul cambiamento climatico generato dal cambiamento dell'uso di suolo. Sono molteplici le variabili connesse questi indicatori, ma la degradazione diretta o indiretta delle foreste è uno degli elementi centrali di questi indicatori.

Vale la pena di evidenziare che, mentre gli indicatori obbligatori possono essere sviluppati applicando al ciclo di vita dell'opera la Carbon Footprint e una Water Footprint secondo le norme ISO 14064- 2:2019 e ISO 14046:20143, per gli altri indicatori tali strumenti non sono più sufficienti ai fini del monitoraggio e devono essere integrate da un sistema LCA che includa più categorie di impatto.

Tale LCA deve comunque seguire le regole standard di tutte le analisi LCA, ovvero le norme ISO 14040-44 con incluse le categorie di impatto indicate. Sebbene non obbligatoria, un esempio di analisi LCA che è particolarmente adatto a descrivere le categorie di impatto individuate è quello descritto dalle due norme UE sulla PEF (Product Environmental Footprint) e OEF (Organization Environmental Footprint), ovvero la Raccomandazione UE 179/2013 e la Raccomandazione UE 2279/2021 (che di fatto supera la prima).

Indicatori analoghi sono individuati nella norma EN 15804, che riguarda l'applicazione delle analisi LCA agli edifici e alle opere edili in generale; nel caso specifico, non si è ritenuto opportuno riportare tutte le categorie di impatto di questa norma perché quelle descritte sono più che sufficienti a fornire una misurazione degli obiettivi del Principio DNSH.



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	21 / 74

#### **4. VERIFICA DEGLI EVENTUALI CONTRIBUTI SIGNIFICATIVI AGLI OBIETTIVI AMBIENTALI COMUNITARI**

Come ampiamente illustrato nel precedente capitolo, il progetto è classificato in “Regime 2” secondo cui non è richiesta una verifica degli eventuali contributi significativi agli obiettivi ambientali comunitari in quanto la nuova opera non definisce una nuova infrastruttura viabilistica ma delinea una migliore integrazione e mitigazione di quella esistente all’interno di opere di mitigazione paesaggistica.

Tuttavia, sono da evidenziare i seguenti aspetti che configurano un contributo alla transizione ecologica in quanto il progetto:

- A. Riduce il rumore del tratto di strada per i residenti. (Vedi obiettivo 5).
- B. Efficientamento energetico del nuovo impianto di illuminazione. (Obiettivi 1 e 2).
- C. Riduce l’inquinamento delle polveri sottili nell’aria, migliorandone la dispersione, anche se non è previsto un impianto di abbattimento. (Vedi obiettivo 5).
- D. Viene inserito un parco lineare che fornisce un servizio ecosistemico e di regolazione climatica in quella parte di città. (Vedi obiettivo 6).

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	22 / 74

## 5. DEFINIZIONE DELLE MISURE PER RIDURRE LE QUANTITÀ DEGLI APPROVVIGIONAMENTI ESTERNI

La tipologia dell'opera ed il contesto in cui viene realizzata non offrono significative possibilità di ridurre la quantità degli approvvigionamenti esterni.

In particolare, non sono previsti particolari interventi di modellazione morfologica che possano consentire il riutilizzo in loco dei materiali di scavo.

Risulta invece sostanzialmente riciclabile in loco, previa verifica delle caratteristiche ambientali, il materiale derivante dalla scarifica della pavimentazione stradale esistente che potrà essere utilizzato nella formazione del nuovo manto stradale.

Il progetto intende comunque adeguarsi ai criteri dell'economia circolare. Pertanto saranno esplorate tutte le possibilità finalizzate al recupero dei materiali di scavo, quantificati nell'ordine delle 20.000 t, sia sotto forma di sottoprodotto, applicando quanto previsto nel DPR 120/2017, sia conferendo tali materiali come rifiuti ad impianti di recupero esterni.

Eventuali componenti riutilizzabili senza trattamenti, potranno essere gestite nell'ambito di quanto previsto dall'art. 230 del D. Lgs. 152/06 (Rifiuti derivanti da attività di manutenzione delle infrastrutture). A tale fine saranno individuate specifiche aree di concentrazione dove il materiale tolto d'opera potrà essere trasportato per la valutazione tecnica finalizzata al riutilizzo.

Resta inteso che, nel computo della percentuale di recupero dei rifiuti prodotti saranno conteggiati anche i flussi dei materiali di scavo gestiti al di fuori della disciplina dei rifiuti (sottoprodotti) e/o riutilizzati. Tale assunzione deriva dall'applicazione della "gerarchia" introdotta dalla Direttiva 2008/98/CE che vede appunto nella prevenzione l'azione prioritaria della gestione dei rifiuti.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	23 / 74

## 6. STIMA DEGLI IMPATTI SOCIO-ECONOMICI DELL'OPERA

L'attuale assetto del "Lungomare Giuseppe Canepa" deriva dall'iniziativa di ampliamento del Porto verso il quartiere di Sampierdarena risalente agli anni 30 del secolo scorso. In precedenza, il sito ospitava un villaggio di pescatori con le case affacciate sul mare e il litorale era ricco di stabilimenti balneari. Il progetto di ha come obiettivo la rinascita e riqualificazione urbanistica del quartiere di Sampierdarena con rilevanti impatti socio-economici per gli abitanti degli edifici limitrofi in termini di:

- Riduzione dell'inquinamento acustico;
- Miglioramento della qualità dell'aria;
- Miglioramento della qualità della vita degli abitanti;
- Rivalutazione del parco immobiliare;
- Stimolo all'attività economica e creazione di valore aggiunto incrementale da attività direttamente connesse all'opera, attività indirette e altre attività indotte;
- Creazione di nuova occupazione da attività dirette, indirette e indotte rispetto all'opera.

### 6.1 RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

La Relazione Tecnico illustrativa del Progetto Definitivo fornisce evidenza dell'elevato livello di inquinamento sonoro della zona. Gli edifici posti lungo la direttrice del Lungomare sono infatti esposti a un livello di rumore diurno di circa 80 dB, attestandosi per gran parte della giornata al di sopra del valore limite consentito dalla Classificazione Acustica del Comune di Genova. Tra gli scopi principali del progetto vi è l'abbattimento dei livelli di rumorosità mediante la realizzazione di una struttura di protezione acustica a copertura del Lungomare.

### 6.2 MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Nella Relazione Tecnico illustrativa del Progetto Definitivo viene fornita evidenza sull'elevato livello di inquinamento ambientale dell'area in cui gli edifici attigui al Lungomare si trovano. Sia il PM10 (Particolato) che il Biossido di azoto, generati per lo più da attività antropiche inquinanti quali le combustioni (es. traffico veicolare), hanno effetti negativi sulla salute e numerosi studi evidenziano un'associazione fra i livelli di inquinanti atmosferici ed il numero di ricoveri e decessi per cause respiratorie e cardiovascolari.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	24 / 74

Tra gli scopi principali del progetto vi è proprio la mitigazione dell'inquinamento da smog mediante la realizzazione di grandi spazi a verde che completano gli interventi stradali proposti.

### 6.3 MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELLA VITA

Oltre a beneficiare di un minore inquinamento acustico e atmosferico, gli abitanti della zona potranno fruire di uno spazio pubblico a verde nel quale possono coesistere in armonia le varie fasce di età della popolazione. Il progetto prevede infatti la realizzazione di una nuova posta ciclopedonale oltre a spazi a verde per passeggiate in sicurezza ed aree di sosta ombreggiate. Il risultato finale sarà quindi quello di contribuire alla valorizzazione dell'area del Lungomare per i cittadini di Sampierdarena e incrementare il flusso di mobilità lenta.

### 6.4 RIVALUTAZIONE DEL PARCO IMMOBILIARE

Gli elevati livelli di rumore e di inquinamento dell'aria rendono difficile la coesistenza della funzione residenziale e, oltre ad arrecare degrado fisico alle persone ed ai manufatti, causano un inevitabile calo dei valori immobiliari. La quotazione delle residenze in Lungomare Canepa e strade limitrofe nel 2021 si è attestata infatti sul valore medio di 729 €/mq<sup>4</sup>, il più basso registrato in tutto il territorio comunale e in calo rispetto allo stesso dato del 2020 (750 €/mq).

Il versante nord del Lungomare è costituito prevalentemente da edifici a destinazione residenziale e/o di pubblico servizio oltre ad alcuni fabbricati a destinazione commerciale e 7 edifici dal particolare pregio architettonico e dunque soggetti a vincolo monumentale dalla Soprintendenza competente per area.

La realizzazione del progetto permette di realizzare un'importante rivalutazione degli edifici ad uso abitativo oltre a riqualificare beni architettonici attualmente poco valorizzati.

### 6.5 STIMOLO ALL'ATTIVITÀ ECONOMICA

Gli investimenti in infrastrutture generano un importante stimolo economico di breve ma anche medio termine, in quanto producono effetti lungo l'intero ciclo di vita dell'opera, dalla pianificazione alla costruzione, gestione e manutenzione. I risvolti economici in termini di creazione di valore aggiunto possono essere distinti in:

- effetti diretti: effetti che si producono sui settori direttamente interessati dalla spesa;
- effetti indiretti: effetti moltiplicativi che si generano a catena sul sistema economico e che sono

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	25 / 74

connessi ai processi di attivazione che ciascun settore produce sugli altri settori di attività attraverso l'acquisto di beni intermedi, semilavorati e servizi;

- effetti indotti: provenienti da redditi conseguiti da soggetti direttamente ed indirettamente coinvolti nella realizzazione dell'opera.

Esempi di effetti indotti includono il reddito incrementale delle attività commerciali della zona generato dalla maggiore affluenza di persone in fase di costruzione e a opera ultimata una volta che le zone a verde saranno fruibili al pubblico.

L'effetto moltiplicativo di un investimento infrastrutturale è stimato nell'intervallo 1,5-2,7 dall'Office for National Statistics (ONS)<sup>6</sup>, l'istituto nazionale statistico del Regno Unito. In altre parole, per ogni 1€ investito si generano ulteriori 1,5-2,7€. L'effetto moltiplicativo sarà maggiore o minore a seconda che le attività economiche abbiano o meno capacità di incrementare la produzione per soddisfare l'incremento di domanda.

## 6.6 CREAZIONE DI NUOVA OCCUPAZIONE

Un ulteriore impatto socio-economico rilevante generato dall'opera è relativo alla nuova occupazione. L'impatto deriva dallo stesso meccanismo menzionato per lo stimolo al valore aggiunto, ovvero sia direttamente per quel che riguarda il personale coinvolto nella costruzione e manutenzione dell'opera, sia indirettamente attraverso benefici lungo la catena del valore di supporto all'opera. Si stima infatti che ogni 1.000 posti di lavoro creati direttamente da un'opera infrastrutturale, ulteriori 2.053 sono generati come effetto indiretto o indotto.

Per quel che riguarda l'opera in oggetto, ipotizzando una forza lavoro compresa tra 20-50 risorse, è possibile concludere che l'effetto di generazione di nuova occupazione sarà compreso tra 41 e 103 nuovi posti di lavoro.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	26 / 74

## **7. INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE DI TUTELA DEL LAVORO DIGNITOSO, IN RELAZIONE ALL'INTERA FILIERA SOCIETARIA DELL'APPALTO**

I contratti applicati per la realizzazione dell'opera faranno riferimento alle misure stabilite dal nuovo CCNL Edilizia secondo quanto stabilito dal testo firmato il 3 Marzo 2022, che garantisce investimenti sulla sicurezza, formazione e un premio per incentivare i giovani. Il suo contenuto risponde alle nuove necessità condivise da associazioni datoriali e sindacati di portare avanti un impegno comune a sostegno di tutto il settore nella realizzazione delle opere del PNRR. Tra le misure previste si elencano le seguenti:

- aumento salariale di 92 euro;
- misure per contrastare il sotto inquadramento e rafforzare la qualificazione professionale;
- definizione di un catalogo formativo nazionale con particolare attenzione al green building e alla sostenibilità;
- la Carta d'Identità Professionale Edile (CIPE), riconoscimento della qualifica professionale riconosciuta al lavoratore;
- il "Premio d'ingresso nel settore" per i giovani di età inferiore ai 29 anni.
- investimenti in sicurezza: contributo minimo dell'1% per gli enti unificati formazione e sicurezza;
- formazione sulla sicurezza di "richiamo" ogni tre anni per tutti i lavoratori;
- Piano Nazionale per la Sorveglianza Sanitaria tramite gli Enti bilaterali per prevenire le malattie professionali e gli infortuni;
- lavorazioni a ciclo continuo, per 24 ore al giorno e 7 giorni su 7, solo mediante l'attività minima di 4 squadre operanti su turni di massimo 8 ore a turno, previa contrattazione collettiva.

Si evidenzia inoltre che il Comune di Genova in data 12 Aprile 2022 ha siglato con i sindacati Cgil, Cisl e Uil un'intesa per la costituzione di un tavolo permanente per il monitoraggio dei progetti finanziati dal PNRR. L'accordo ha la finalità che il lavoro che sarà creato dalla realizzazione dei progetti finanziati dal PNRR sia stabile, sicuro e sulle basi della legalità, per garantire la protezione di chi troverà occupazione su queste iniziative.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	27 / 74

## 8. ANALISI DI RESILIENZA (ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI)

Lo studio completo relativo all'adattamento ai cambiamenti climatici è riportato in Allegato 01 al presente documento. Di seguito vengono riassunte le principali conclusioni dello studio suddivise in tre sottoparagrafi: "Acqua", "Venti" e "Temperatura".

Il motivo di tale suddivisione è suggerito dal fatto che, per lo studio relativo all' "Adattamento ai cambiamenti climatici", è stata presa a riferimento l'Appendice A dell'Atto Delegato 2021/2139:

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

Figura – "Appendice A", Classificazione dei pericoli legati al clima

In particolare rispetto all'oggetto dell'analisi, i potenziali pericoli climatici sono individuabili in "Acque", "Temperatura" e "Venti". La sezione relativa alla "Massa Solida" è stata considerata come non di particolare rilevanza in quanto alcuni dei rischi principali come frane e valanghe non sono pertinenti in virtù della posizione della struttura mentre altri risultano trascurabili o affrontati nel progetto.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	28 / 74

## 8.1 ACQUE

I cambiamenti climatici stanno avendo, nel nostro Paese come anche nell'area del progetto, un notevole impatto sulle precipitazioni e sulla probabilità di eventi estremi come alluvioni e fenomeni associati tipicamente a temporali particolarmente violenti e duraturi, spesso con forte vento, in genere legati a linee temporalesche o a veri e propri violenti cicloni extratropicali. Ciò nonostante, come emerge dalle carte del rischio idraulico dello studio di fattibilità della Relazione Tecnico- Illustrativa, si può affermare l'area non ricade in zona di rischio idraulico. Rispetto alla carta delle fasce di inondabilità l'area non ricade in zona di rischio.

Per quanto concerne il rischio geologico e la suscettività al dissesto, nelle carte del rischio geologico le aree sono classificate in R0 – rischio lieve o trascurabile ed R1 – Rischio Moderato. Gli interventi a progetto risultano compatibili con le norme del Piano di Bacino.

Si segnala che l'intero progetto ha recepito appieno le richieste relative **all'aumento del drenaggio delle aree attraverso l'incremento delle aree permeabili previste**, che assicura una pavimentazione che drena l'acqua nella maniera corretta sia per la tenuta dei sottofondi sia per l'utilizzo della pista ciclabile anche in caso di pioggia forte.

## 8.2 TEMPERATURA

Per quanto concerne i pericoli legati alla temperatura superficiale globale, è atteso che la stessa continuerà ad aumentare almeno fino alla metà del secolo in tutti gli scenari di emissioni ad oggi presi a riferimento. Rispetto al periodo 1850-1900, la temperatura superficiale globale media nel 2081-2100 sarà molto probabilmente più alta di 1,0°C-1,8°C nello scenario di emissioni di GHG molto basso (SSP1-1,9), di 2,1°C-3,5°C nello scenario intermedio (SSP2-4,5) e di 3,3°C-5,7°C nello scenario di emissioni molto alto (SSP5-8,5).

L'ultima volta che la temperatura superficiale globale ha superato i 2,5°C è stato più di 3 milioni di anni fa. Dall'annual report dell'IPCC "AR5", gli studi hanno confermato che la tendenza al riscaldamento medio in Europa è in aumento. I modelli di tendenza sul riscaldamento osservati sono in gran parte coerenti con quelli simulati dai modelli climatici globali e regionali ed è molto probabile che tali tendenze siano, in gran parte, dovute all'influenza umana sul clima.



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	29 / 74

Le temperature mostrano come le alte quote dovrebbero in futuro risentire maggiormente del cambiamento climatico, con una generale diminuzione delle nevicate annuali. Inoltre è interessante notare come la variazione di temperatura tra dataset futuro e storico mostri una differenza tra Ponente e Levante; infatti il Ponente Ligure sembra poter essere soggetto in futuro ad una maggior variazione di temperatura rispetto all'area relativa al Levante Ligure.

I modelli concordano nel prevedere un aumento piuttosto costante nel tempo, di entità all'incirca doppia nello scenario RCP8.5 rispetto all' RCP4.5. Nel corso di un secolo i quattro modelli prevedono un aumento della temperatura media in Italia compreso tra 1.8 e 3.1°C (media d'insieme 2.5°C) nello scenario RCP4.5 e tra 3.5 e 5.4°C nello scenario RCP8.5 (media d'insieme 4.4°C). Il previsto aumento della temperatura media è attribuibile in modo più o meno equivalente sia all'aumento delle temperature massime diurne che delle temperature minime notturne. L'aumento più marcato della temperatura media si prevede nella stagione estiva, con variazioni in un secolo comprese tra 2.5 e 3.6°C nello scenario RCP4.5 e tra 4.2 e 7.0°C nello scenario RCP8.5. Questo aumento della temperatura legato a periodi di siccità, soprattutto nel periodo estivo, potrebbero causare incendi nel parco lineare.

Come già segnalato nella "Relazione Tecnico Illustrativa" di progetto si utilizzerà una vegetazione bassa, autoctona e resistente agli agenti atmosferici. Inoltre, si conferma che il materiale proposto per la realizzazione sia della pista ciclabile BIOSTRASSE che per i percorsi pedonali MASSELLI AUTOBLOCCANTI TIPO RECORD può resistere alle possibili ondate di calore (come specificato nella scheda tecnica del fornitore).

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	30 / 74

### 8.3 VENTI

Molti cambiamenti nel sistema climatico diventano più forti in relazione diretta all'aumento del riscaldamento globale. Questi includono l'aumento della frequenza e dell'intensità degli estremi caldi, delle ondate di calore marine, delle forti precipitazioni, della siccità agricola ed ecologica in alcune regioni, della proporzione di cicloni tropicali intensi, della riduzione del ghiaccio marino artico, della copertura nevosa e del permafrost.

L'area del progetto è esposta a notevoli venti provenienti dai quadranti meridionali (da sudest a sudovest, venti di scirocco e libeccio) e settentrionali (in prevalenza da nordovest - vento di tramontana). Di conseguenza per il progetto sono previste specie arbustiformi tipiche della costa ligure e resilienti rispetto agli eventi atmosferici ventosi anche di forte intensità e alberature con opportuni sistemi di ancoraggio sotterraneo.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	31 / 74

## 9. VALUTAZIONE DEL RISPETTO DEL PRINCIPIO DNSH - METODOLOGIA

La presente valutazione DNSH è redatta ai sensi del Regolamento (UE) 2021/241 — che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento, e le regole di erogazione di tale finanziamento — nel rispetto di quanto previsto dall’articolo 5 “Principi orizzontali”, comma 2 che riporta “Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio «non arrecare un danno significativo»”.

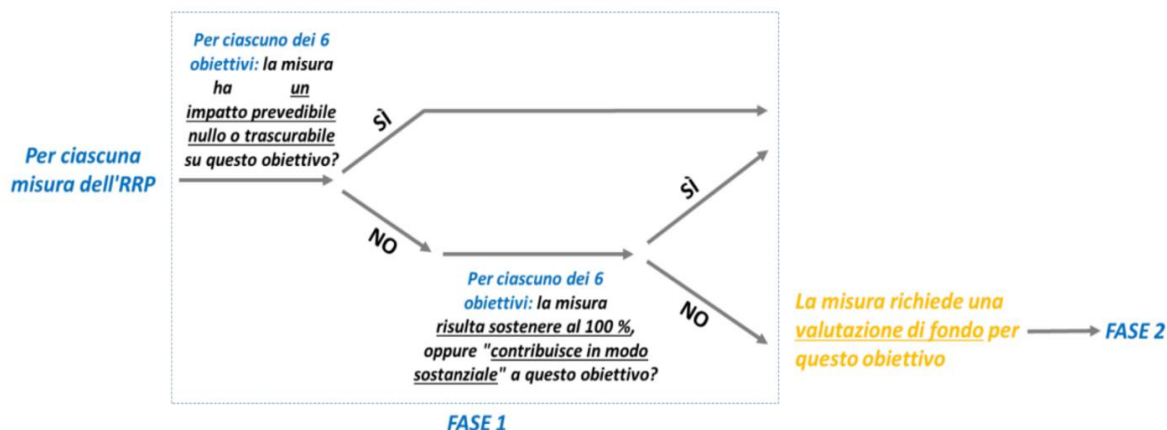
Obiettivo della presente valutazione DNSH è di fornire, per lo specifico intervento riqualificazione e realizzazione del percorso ciclabile in Via Sampierdarena”, gli elementi atti a dimostrare se e come il progetto contribuisca ad almeno uno degli obiettivi definiti nel Regolamento UE 2020/852 “Tassonomia” e di dimostrare che esso "non arreca un danno significativo" a nessuno degli altri obiettivi ambientali riportati all’art.9 (Obiettivi ambientali):

1. la mitigazione dei cambiamenti climatici (art. 10);
2. l’adattamento ai cambiamenti climatici (art. 11);
3. l’uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine (art. 12);
4. la transizione verso un’economia circolare (art. 13);
5. la prevenzione e la riduzione dell’inquinamento (art. 14);
6. la protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi (art. 15).

La presente valutazione del rispetto del DNSH è stata predisposta seguendo le indicazioni della Comunicazione della Commissione Europea “Orientamenti tecnici sull’applicazione del principio «non arrecare un danno significativo» a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza (C(2021) 1054 final)” del 4/06/21 - Allegato del Regolamento delegato (UE) della Commissione che integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo e del Consiglio, che fissa i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un’attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all’adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale.

È stata pertanto sviluppata un’analisi delle attività previste dal progetto, basata sull’albero delle decisioni indicato nei suddetti “Orientamenti tecnici”, di seguito riportato:

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	32 / 74



Conformemente a quanto indicato nella Comunicazione della Commissione C(2021) 1054 final, la valutazione è stata effettuata in due fasi:

**Fase 1:** sulla base delle indicazioni dei Regolamenti e degli Atti delegati della Commissione Europea, sono stati valutati quegli obiettivi rispetto ai quali le diverse attività economiche implicate nella realizzazione del progetto apportano un contributo sostanziale, in relazione ai coefficienti per il calcolo del sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici e ambientali riferiti ai campi di intervento in cui ricade l'Investimento 2.2, come indicato nell'Allegato VI - Metodologia di controllo del clima al Regolamento (UE) 2021/241. Analogamente, la valutazione si ferma alla Fase 1 per tutti gli obiettivi rispetto ai quali è ipotizzabile che il progetto abbia un impatto prevedibile nullo o trascurabile.

**Fase 2:** per tutti gli obiettivi rispetto ai quali il progetto non apporta un contributo sostanziale, si è proceduto ad una valutazione di fondo, finalizzata a dimostrare che il progetto non arrechi danni significativi.

Infine, sono stati ripresi gli esiti della Scheda di autovalutazione del rispetto del DNSH per la Missione 5:

Inclusione e coesione, Componente 2: Infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore, Investimento 2.2: Piani Urbani Integrati, e sono state rispettate le indicazioni contenute nella "Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (cd. DNSH)" della Circolare n. 32 del Ministero dell'Economia e delle Finanze del 30 dicembre 2021, come aggiornata dalla Circolare 33 del 13 ottobre 2022.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	33 / 74

In sintesi, le informazioni alla base della presente Valutazione DNSH sono le seguenti:

- l'Investimento M5C2 I2.2 ricade nel il campo di intervento 091 - Altre infrastrutture sociali che contribuiscono all'inclusione sociale nella comunità dell'Allegato VI - Metodologia di controllo del clima del Regolamento (UE) 2021/241;
- il coefficiente per il calcolo assegnato a tale campo di intervento è dello 0% per il sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici e dello 0% per gli obiettivi ambientali;
- i progetti finanziati nell'ambito dell'investimento Missione 5: Inclusione e coesione, Componente 2: Infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore, Investimento 2.2: Piani Urbani Integrati ricadono nel regime 2 contributo non sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici e, quindi, dovranno limitarsi a “non arrecare danno significativo”, rispettando solo i principi DNSH;
- la scheda tecnica della “Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all’ambiente (cd. DNSH)”, relativa alle attività economiche potenzialmente collegate all'Investimento e di interesse per il progetto in esame, è la seguente:

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS	01	34 / 74

<u>Lista di controllo</u>	Fase 1		Motivazione, nel caso in cui sia stata selezionata l'opzione A, B o C
	L'obiettivo richiede una valutazione di fondo DNSH? Sì/No	Il progetto ha un impatto (A) prevedibile nullo o trascurabile sull'obiettivo, (B) contribuisce a sostenere al 100% tale obiettivo, (C) contribuisce a sostenere in modo sostanziale l'obiettivo, o (D) richiede una valutazione di fondo?	
<b>Obiettivi ambientali</b>			
<b>1. Mitigazione dei cambiamenti climatici</b>	Sì	D	--
<b>2. Adattamento ai cambiamenti climatici</b>	SI	D	--
<b>3. Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine</b>	Sì	D	--
<b>4. Transizione verso un'economia circolare</b>	Sì	D	--
<b>5. Prevenzione e riduzione dell'inquinamento</b>	Sì	D	--
<b>6. Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi</b>	Sì	D	--

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS	01	35 / 74

## **5 FASE 2 – OBIETTIVI PER I QUALI È NECESSARIO EFFETTUARE UNA VALUTAZIONE DI FONDO**

In ottemperanza a quanto indicato nel documento “Orientamenti tecnici sull’applicazione del principio «non arrecare un danno significativo» a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza (2021/C 58/01)” di seguito si riporta la parte 2 della lista di controllo, che contiene l’analisi effettuata per gli obiettivi per i quali lo score è stato valutato pari a D (D: La misura richiede una valutazione di fondo per l’obiettivo).

### **5.1. FASE 2 – SCHEDATURA PERTINENTE ALL’INTERVENTO COME DA MAPPATURA DI CORRELAZIONE TRA INVESTIMENTI – RIFORME SCHEDE TECNICHE (SCHEDE N. 18, 28)**

Come descritto al paragrafo 3 della presente relazione si prendono in esame le schede:

- n. 18 Realizzazione infrastrutture per la mobilità personale, ciclogistica
- n.28 Collegamenti terrestri e illuminazione stradale

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS	01	36 / 74

**SCHEDA 18 Infrastrutture per la mobilità personale e ciclogistica** (non compreso nel Codice univoco della misura ma pertinente)

### **Scheda 18 - Realizzazione infrastrutture per la mobilità personale, ciclogistica**

Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Si/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
Ex-ante	1	L'infrastruttura costruita o gestita è adibita alla mobilità personale o alla ciclogistica: marciapiedi, piste ciclabili e isole pedonali, stazioni di ricarica elettrica e di rifornimento dell'idrogeno per i dispositivi di mobilità personale?	Si	Vengono previste pista ciclabile, marciapiedi e aree pedonali alberate. Non viene prevista alcuna stazione di ricarica elettrica o idrogeno
	2	E' stata condotta un'analisi dei rischi climatici fisici secondo i criteri all'appendice 1 della Guida operativa?	No	L'alto grado di artificialità del luogo, la natura pianeggiante del sito, l'assenza di rivi significativi, l'efficiente rete di smaltimento idrico, la specifica distanza dalle banchine portuali (circa 400 mt), la ridotta dimensione delle aree alberate previste, fanno prevedere una possibilità limitata di danni direttamente correlati a elementi climatici come individuati nell'Appendice 1- Criteri DNSH generici per l'adattamento ai cambiamenti climatici
	3	E' stata condotta un'analisi delle possibili interazioni con matrice acque e definizione azioni mitigative?	Si	si veda la relazione geologica e la relazione relativa all'impianto acque meteoriche dimensionato per eventi severi atmosferici (100 mm/h di pioggia)



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	37 / 74

	4	E' stato redatto il Piano di gestione rifiuti?	SI	E' stato redatto il Piano Gestione Materiali che verrà definito in sede di Progetto esecutivo
	5	Per gli impianti situati in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, è stata svolta la verifica preliminare, mediante censimento floro-faunistico, dell'assenza di habitat di specie (flora e fauna) in pericolo elencate nella lista rossa europea o nella lista rossa dell'IUCN?	Non applicabile	L'area si trova in un contesto urbano, a bassa presenza di varietà floro-faunistica
	6	Laddove sia ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 l'intervento è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza (DPR 357/97)?	Non applicabile	
	7	E' stata svolta la verifica dei consumi di legno con definizione delle previste condizioni di impiego (FSC/PEFC o altra certificazione equivalente sia per il legno vergine sia per quello proveniente da recupero/riutilizzo)?	Non applicabile	Non sono previste attrezzature in legno
Ex-post	8	Sono state attuate le soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate?	Non applicabile	Analisi da integrare in seguito all'esecuzione delle opere
	9	Sono state adottate le azioni mitigative previste dalla analisi delle possibili interazioni con la matrice acque?	Non applicabile	Analisi da integrare in seguito all'esecuzione delle opere
	10	E' disponibile la relazione finale con l'indicazione dei rifiuti prodotti, da cui emerga la destinazione ad una operazione "R" di almeno il 70 % (in termini di peso) dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi (escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell'elenco europeo dei rifiuti istituito dalla decisione 2000/532/CE) prodotti in cantiere?	Non applicabile	Analisi da integrare in seguito all'esecuzione delle opere
	11	E' stata attivata la procedura di gestione terre e rocce da scavo di cui al D.P.R. n.120/2017?	Non applicabile	Analisi da integrare in seguito all'esecuzione delle opere
	12	Sono disponibili le certificazioni FSC/PEFC o altra certificazione equivalente?	Non applicabile	Analisi da integrare in seguito all'esecuzione delle opere
	13	Se pertinente, sono disponibili le prove dell'adozione delle azioni mitigative previste dalla VIA?	Non applicabile	Analisi da integrare in seguito all'esecuzione delle opere

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	38 / 74

	14	Sono disponibili le schede tecniche del materiale (legno) impiegato (da riutilizzo/riciclo)?	Non applicabile	Analisi da integrare in seguito all'esecuzione delle opere
--	----	--	-----------------	--

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS	01	39 / 74

### Scheda 28 - Collegamenti terrestri e illuminazione stradale

Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Sì/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
Ex-ante	1	E' confermato che l'infrastruttura non sia adibita al trasporto o allo stoccaggio di combustibili fossili?	No	Si tratta di asse stradale di accesso al centro città e al porto. E' e sarà adibita a traffici merci e persone in senso generico.
	2	Nel caso di una nuova infrastruttura o di una ristrutturazione importante, l'infrastruttura è stata resa a prova di clima conformemente a un'opportuna prassi che includa il calcolo dell'impronta di carbonio e il costo ombra del carbonio chiaramente definito, secondo le disposizioni specificate nella scheda tecnica?	Sì	Per il tratto di infrastruttura viaria interessata, è stato prodotto il calcolo dell'impronta di carbonio e il costo ombra di carbonio (stimabile in 815.000 Euro annui). E' tuttavia importante segnalare che l'asse in questione permette un abbattimento della CO2 prodotta non inferiore al 20% rispetto all'opzione in cui il traffico attraversi le vie interne al tessuto urbano come accadeva prima della sua costruzione. Mentre nell'opzione attuale transitano in Lungomare Canepa 46.000 automezzi /giorno, 5000 autoarticolati, 20.000 motocicli a velocità pressoché costante con limite dei 70/h, nell'ipotesi di utilizzo delle strade interne, oltre al disagio per gli abitanti si avrebbe una velocità di marcia incostante, con frequenti stop & go e aumenti di emissione stimate in + 20%. In accordo con la Stazione Appaltante si valuterà l'utilizzo in fase di esecuzione delle opere di asfalti di colorazione chiara per ridurre la temperatura al suolo. La pista ciclopedonale ed i percorsi pedonali già presentano, in fase di redazione del progetto esecutivo, una colorazione chiara adatta a ridurre la temperatura del suolo.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	40 / 74

	3	<b>Qualora siano previste attività di illuminazione stradale</b> , sono rispettati i criteri obbligatori, ossia le specifiche tecniche e le clausole contrattuali, definite dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica secondo il decreto del 27 settembre 2017 del Ministero per la Transizione Ecologica ex Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.	Sì	Tutti gli impianti illuminanti inseriti nella progettazione e nel Capitolato Speciale d'Appalto rispondono a quanto previsto dai CAM come da DM 27 settembre 2017, in G.U. n 244 del 18 ottobre 2017
	4	E' stata condotta un'analisi dei rischi climatici fisici secondo i criteri definiti all'appendice 1 della Guida operativa o nella COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE - Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027 (2021/C 373/01), per gli interventi di grandi dimensioni (superiori a 10 milioni)?	Sì	Si rimanda all'Allegato 01
	5	E' stata svolta un'analisi delle possibili interazioni con matrice acque e sono state definite le potenziali azioni mitigative?	Sì	La progettazione definitiva è corredata di relazione e progetto idraulico di smaltimento acque piovane, quantificate su picchi di pioggia estremi (100 mm/ora)
	6	E' stato redatto il Piano di gestione dei rifiuti?	Sì	E' stato redatto Piano gestione materie in cui sono date indicazioni per le quantità in uscita e in entrata dei materiali necessari all'opera e la loro percentuale di riciclo

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	41 / 74

	7	E' stato condotto un modello acustico e riconosciuti gli interventi mitigativi?	Sì	E' stato condotto un ciclo rilevamenti acustici nell'arco delle 24 ore e si sono riscontrati picchi prolungati di 70 db presso il tessuto abitativo circostante. L'intervento mira a allontanare l'asse stradale dalle abitazioni e a posizionare una fondazione continua per il successivo inserimento di barriere antirumore che riducano il livello sonoro da 10 a 30 db rispetto ai livelli attuali
	8	E' confermato che la localizzazione dell'opera non sia all'interno delle aree definite nella relativa scheda tecnica?	Sì	
	9	Per gli impianti situati in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, fermo restando le aree di divieto, è stata condotta la verifica preliminare, mediante censimento florofaunistico, dell'assenza di habitat di specie (flora e fauna) in pericolo elencate nella lista rossa europea o nella lista rossa dell'IUCN? Per aree naturali protette (quali ad esempio parchi nazionali, parchi interregionali, parchi regionali, aree marine protette etc...), è stato ottenuto il nulla osta degli enti competenti?	No	Il contesto presenta una biodiversità ridotta essendo situata in ambito urbano, a confine con i piazzali portuali
	10	Laddove sia ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 l'intervento è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza (DPR 357/97)?	No	L'area risulta lontana almeno 10 Km da aree naturali. Non ci sono siti Rete natura 2000 nelle aree circostanti
	11	E' stata verificata la presenza nel progetto della realizzazione di ecodotti?	Sì	L'intervento prevede la realizzazione di un parco urbano lineare che si estende per l'intero sviluppo dell'area di progetto (900 metri) e collega l'area, oggi totalmente urbanizzata e con scarse presenze vegetali, al Parco della lanterna (3 Ha verdi con piante di alto fusto) oggi in fase di progettazione

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	42 / 74

Ex-post	12	E' disponibile l'evidenza da parte di un ente verificatore indipendente della conformità del processo di calcolo della impronta di carbonio relativamente ai seguenti aspetti: - delimitazione del progetto; - definizione del periodo di valutazione; - tipi di emissione da includere (scelta dei fattori di emissione, stime conservative, etc.); - quantificazione delle emissioni assolute del progetto; - individuazione e quantificazione delle emissioni di riferimento; - calcolo delle emissioni relative.	No	
		Sono state attuate le soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate?	No	
	13	Sono state adottate le eventuali azioni mitigative previste dalla analisi delle possibili interazioni con la matrice acque?	Si	
	14	E' disponibile la relazione finale con l'indicazione dei rifiuti prodotti, da cui emerge la destinazione ad una operazione "R"?	Si	
	15	E' stata attivata la procedura di gestione terre e rocce da scavo di cui al D.P.R. n.120/2017?	Si	
	16	Se pertinente, sono state adottate le azioni mitigative previste dalla VIA o dalla Vinca?	No	Non pertinente

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	43 / 74

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS	01	44 / 74

## 5.2. FASE 2 – LISTE DI CONTROLLO

Lista di controllo	Fase 2		
Obiettivi ambientali	Domande	Si/No	Motivazione di fondo
<b>1. Mitigazione dei cambiamenti climatici</b>	Ci si attende che il progetto comporti significative emissioni di gas a effetto serra?	No	<p><i>Sebbene l'investimento ricada formalmente in un campo di intervento dell'Allegato VI - Metodologia di controllo del clima del Regolamento (UE) 2021/241 che non apporta un contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici, nella sostanza l'intervento in esame prevede, come attività prevalente, la traslazione di un asse viario esistente, la realizzazione di una pista ciclopedonale e un nuovo parco lineare. Tali attività ricadono nell'oggetto dello specifico campo di intervento "075 Infrastrutture ciclistiche", con un Coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici e ambientali del 100%. È dunque possibile affermare che l'intervento di riqualificazione e realizzazione di un percorso ciclabile in Lungomare Canepa sia destinato, oltre che alla viabilità esistente, alla mobilità dolce, pedonale o ciclistica e, dunque, prevedendo esclusivamente l'uso di mezzi che non utilizzano combustibili fossili, non solo non arrechi danno significativo all'obiettivo della mitigazione dei cambiamenti climatici, ma contribuisca in maniera sostanziale al suo raggiungimento: presumibilmente il percorso non sarà utilizzato a soli fini ricreativi, ma anche per spostamenti casa-lavoro, casa-scuola, ecc., e contribuirà a sostituire l'utilizzo di mezzi privati e pubblici alimentati da fonti fossili, con conseguente contributo alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra.</i></p> <p><i>Il progetto prevede anche un'attività di sistemazione a verde che include la piantagione di nuove alberature contribuendo in tal modo ad assorbire attivamente la CO2 presente in atmosfera (sfruttando i nuovi marciapiedi e piazzole di sosta, si prevede di inserire circa 70 piante d'alto fusto.</i></p> <p><i>Un ulteriore contributo del progetto alla riduzione delle emissioni di GHG sarà l'utilizzo, per la pavimentazione della pista ciclabile e degli spazi pedonali, di pavimentazioni drenanti che permettono una maggiore permeabilità alle piogge</i></p>



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	45 / 74

<b>Lista di controllo</b>	<b>Fase 2</b>		
<b>Obiettivi ambientali</b>	<b>Domande</b>	<b>Si/No</b>	<b>Motivazione di fondo</b>
			<p><i>Per l'efficace gestione operativa e la riduzione delle emissioni GHG del cantiere, in fase di assegnazione dei lavori sarà preso in considerazione, come elemento di premialità, l'impiego di mezzi ad alta efficienza motoristica.</i></p> <p><i>Per l'illuminazione stradale, sarà garantito il rispetto dei criteri obbligatori, ossia le specifiche tecniche e le clausole contrattuali, definite dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica secondo il decreto del 27 settembre 2017 del Ministero per la Transizione Ecologica.</i></p> <p><i>È stato garantito in ogni fase di progetto il rispetto dei CAM sulle "Prestazioni ambientali del cantiere" definite dal Decreto 23 giugno 2022 del Ministero della Transizione Ecologica "Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi" che, per la mitigazione, riguardano la definizione delle misure per l'abbattimento delle emissioni gassose inquinanti con riferimento alle attività di lavoro delle macchine operatrici e da cantiere che saranno impiegate).</i></p> <p><i>Elementi di verifica:</i></p> <p><i>Gli interventi per il rispetto dell'obiettivo ambientale della mitigazione dei cambiamenti climatici saranno testimoniati tramite le seguenti verifiche ex ante ed ex post:</i></p> <p><i>Elementi di verifica ex ante:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>• in fase di progettazione esecutiva, impiego di dispositivi in grado di garantire il rispetto dei CAM e degli Standard internazionali di prodotto per l'illuminazione stradale;</i></li> <li><i>• In fase di progettazione esecutiva, impiego di arredi delle aree a parco conformi con i CAM per le aree verdi.</i></li> </ul> <p><i>Elementi di verifica ex post:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>• presentazione, da parte degli affidatari dei servizi, delle certificazioni di prodotto relative alle forniture installate e delle attestazioni del rispetto delle normative e delle soluzioni tecnologiche dichiarate ex ante.</i></li> </ul>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	46 / 74

<b>Lista di controllo</b>	<b>Fase 2</b>		
<b>Obiettivi ambientali</b>	<b>Domande</b>	<b>Si/No</b>	<b>Motivazione di fondo</b>
<b>2. Adattamento ai cambiamenti climatici</b>	Ci si attende che la misura conduca a un peggioramento degli effetti negativi del clima attuale e del clima futuro previsto su sé stessa o sulle persone, sulla natura o sugli attivi?	No	<p>L'intervento riqualificazione di Lungomare Canepa e realizzazione di parco lineare con un percorso ciclabile non dovrebbe produrre alcun impatto dannoso connesso all'obiettivo ma, anzi, produrre effetti migliorativi in termini di resilienza dell'area agli effetti dei cambiamenti climatici e, specificamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il sistema del verde potrà migliorare il microclima locale, contrastando il fenomeno dell'isola di calore e creando ombreggiature che consentiranno l'utilizzo dei percorsi ciclo pedonali anche nei mesi più caldi;</li> <li>- l'utilizzo di soluzioni basate sulla natura – NBS potrà conciliare l'utilizzo del verde urbano anche ai fini di una maggiore ritenzione delle acque piovane, rallentando il dilavamento e contribuendo ad evitare allagamenti;</li> <li>- il sistema di video sorveglianza smart potrà favorire la comunicazione tempestiva di informazioni climatiche e trasmettere precocemente messaggi di allerta su eventi meteorologici avversi, contribuendo a ridurre l'esposizione al rischio dei cittadini che transitano nell'area.</li> </ul> <p>L'attività soddisfa i criteri di cui all'appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 della Commissione del 4 giugno 2021 che integra il Regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo e del Consiglio fissando i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale.</p>
<b>3. Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine</b>	Ci si attende che la misura nuoccia: (i) al buono stato o al buon potenziale ecologico di corpi idrici, comprese le acque di superficie e sotterranee; o (ii) al buono stato ecologico delle acque marine?	No	<p>L'attività soddisfa i criteri di cui all'appendice B del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 della Commissione del 4 giugno 2021 che integra il Regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo e del Consiglio fissando i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale.</p> <p>In particolare, dall'analisi delle possibili interazioni tra l'intervento e la matrice acque, non si rilevano particolari elementi di criticità, trattandosi di aree urbanizzate e densamente popolate, già interessate da una fitta rete di sottoservizi, che, grazie all'intervento verrà adeguata con sezioni delle condotte maggiori rispetto alle preesistenti.</p> <p>A vantaggio dell'adattabilità dell'intervento, sono state utilizzate soluzioni di tipo NBS e, specificamente: • pavimentazioni drenanti;</p>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	47 / 74

<b>Lista di controllo</b>	<b>Fase 2</b>		
<b>Obiettivi ambientali</b>	<b>Domande</b>	<b>Si/No</b>	<b>Motivazione di fondo</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>isole vegetative che favoriscono l'infiltrazione delle acque meteoriche e consentono di prevedere la sola irrigazione di soccorso. In tali isole si garantirà l'impianto di specie botaniche non idro-esigenti.</li> </ul> <p>Elementi di verifica: Gli interventi per il rispetto dell'obiettivo ambientale della sostenibilità e la protezione dell'acqua saranno testimoniati tramite le seguenti verifiche ex ante ed ex post:</p> <p>Elementi di verifica ex ante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Impiego di soluzioni progettuali in grado di garantire il rispetto degli Standard internazionali di prodotto e della normativa di settore nei documenti di affidamento dei servizi di progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori.</li> </ul> <p>Elementi di verifica ex post:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Presentazione, da parte degli affidatari dei servizi, delle certificazioni di prodotto relative alle forniture installate e delle attestazioni</li> </ul>
<b>4. Transizione verso un'economia circolare</b>	<p>Ci si attende che la misura:</p> <p>(i) comporti un aumento significativo della produzione, dell'incenerimento o dello smaltimento dei rifiuti, ad eccezione dell'incenerimento di rifiuti pericolosi non riciclabili; o</p> <p>(ii) comporti inefficienze significative, non minimizzate da misure adeguate, nell'uso diretto o indiretto di risorse naturali in qualunque fase del loro ciclo di vita; o</p> <p>(iii) causi un danno ambientale significativo e a lungo termine sotto il profilo dell'economia circolare?</p>	No	<p>Le attività realizzate dall'intervento non hanno impatto negativo sull'economia in quanto almeno il 70% (in termini di peso) dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi (escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell'elenco europeo dei rifiuti istituito dalla decisione 2000/532/CE) prodotti in cantiere sarà preparato per il riutilizzo, il riciclaggio e il recupero di altri materiali in conformità con la gerarchia dei rifiuti Protocollo UE sulla gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione A tal fine si procederà alla redazione del Piano di Gestione Rifiuti (PGR) nel quale saranno formulate le necessarie previsioni sulla tipologia dei rifiuti prodotti e le modalità gestionali;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>la produzione di rifiuti nei processi di costruzione e demolizione sarà limitata, conformemente al protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, tenendo conto delle migliori tecniche disponibili e utilizzando la demolizione selettiva, onde consentire la rimozione e il trattamento sicuro delle sostanze pericolose e facilitare il riutilizzo e il riciclaggio di alta qualità tramite la rimozione selettiva dei materiali, avvalendosi dei sistemi di cernita dei rifiuti da costruzione e demolizione disponibili;</li> <li>saranno attuate le azioni grazie alle quali poter gestire le terre e rocce da scavo, eventualmente prodotte, in qualità di Sottoprodotto nel rispetto del D.P.R. n. 120 del 13 giugno 2017;</li> <li>saranno adottate le misure nazionali volte al riutilizzo del fresato d'asfalto;</li> </ul>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	48 / 74

<b>Lista di controllo</b>	<b>Fase 2</b>		
<b>Obiettivi ambientali</b>	<b>Domande</b>	<b>Si/No</b>	<b>Motivazione di fondo</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• l'efficienza delle risorse, l'adattabilità e la flessibilità nella progettazione e realizzazione delle opere saranno garantite anche dal rispetto della normativa vigente (D.Lgs. n. 81/2008, L. 152/2006, L. 257/1992).</li> </ul> <p>Si garantirà, inoltre, il rispetto delle indicazioni dell'UE sull'uso efficiente delle risorse, con particolare riferimento alla Comunicazione del Parlamento Europeo COM(2005)0670, riutilizzando in sito i materiali lapidei in buono stato di conservazione. Si stima di recuperare dai cordoli dei marciapiedi esistenti fino al 60% del materiale necessario e si prevede di utilizzare materiale di recupero per la restante parte, evitando in tal modo l'utilizzo di materiale di cava vergini.</p> <p>Elementi di verifica: Gli interventi per il rispetto dell'obiettivo ambientale della transizione verso un'economia circolare saranno testimoniati tramite le seguenti verifiche ex ante ed ex post: Elementi di verifica ex ante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redazione del Piano di gestione rifiuti in fase di progettazione.</li> </ul> <p>Elementi di verifica ex post:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relazione finale con l'indicazione dei rifiuti prodotti, da cui emerge la destinazione ad una operazione "R".</li> <li>• Attivazione procedura di gestione terre</li> </ul>
<b>5. Prevenzione e riduzione dell'inquinamento</b>	Ci si attende che la misura comporti un aumento significativo delle emissioni di inquinanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo?	No	<p>Ci si attende che il progetto comporti una riduzione delle emissioni di inquinanti e climalteranti per effetto dell'utilizzo di modalità di trasporto alternative a quelle su gomma e per la presenza delle nuove alberature e arbusti.</p> <p>Il progetto è destinato alla mobilità dolce, pedonale o ciclistica e, dunque, prevede esclusivamente l'uso di mezzi che non utilizzano combustibili fossili.</p> <p>Presumibilmente il percorso non sarà utilizzato a soli fini ricreativi, ma anche per spostamenti casa-lavoro, casa-scuola, ecc., e contribuirà a sostituire l'utilizzo di mezzi privati e pubblici alimentati da fonti fossili, con conseguente contributo alla riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera.</p> <p>Analogamente, gli effetti sulla qualità dell'acqua sono da ritenersi trascurabili, se non nulli, in quanto è previsto un idoneo sistema di drenaggio dell'acqua piovana.</p> <p>Inoltre, si garantirà che i materiali utilizzati non contengano amianto né altre sostanze pericolose presenti nell'elenco delle sostanze soggette ad autorizzazione di cui all'Allegato XIV del Regolamento (CE) n. 1907/2006. Infine, saranno adottate misure per ridurre il rumore, le polveri e le emissioni inquinanti durante l'esecuzione dei lavori.</p>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	49 / 74

<b>Lista di controllo</b>	<b>Fase 2</b>		
<b>Obiettivi ambientali</b>	<b>Domande</b>	<b>Si/No</b>	<b>Motivazione di fondo</b>
			<p>Elementi di verifica: Gli interventi per il rispetto dell'obiettivo ambientale della prevenzione e la riduzione dell'inquinamento saranno testimoniati tramite le seguenti verifiche ex ante ed ex post:</p> <p>Elementi di verifica ex ante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizzo di materiali che non contengano sostanze soggette ad autorizzazione di cui all'Allegato XIV del Regolamento (CE) n. 1907/2006.</li> <li>• Censimento materiali fibrosi, quali Amianto o FAV.</li> <li>• Redazione del Piano di Gestione dei Rifiuti.</li> <li>• Indicazione delle limitazioni delle caratteristiche di pericolo dei materiali che si prevede di utilizzare in cantiere.</li> <li>• Verifica del piano di zonizzazione acustica, indicando la necessità di presentazione della deroga al rumore in relazione alle attività di cantiere.</li> </ul> <p>Elementi di verifica ex post:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schede tecniche dei materiali utilizzati conformi agli impegni assunti ex ante.</li> <li>• Relazione finale con l'indicazione dei rifiuti prodotti e le modalità di gestione da cui emerga la destinazione ad una operazione "R".</li> <li>• Se presentata, evidenza della deroga al rumore.</li> </ul>
<b>6. Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi</b>	<p>Ci si attende che la misura:</p> <p>(i) nuoccia in misura significativa alla buona condizione e alla resilienza degli ecosistemi; o</p> <p>(ii) nuoccia allo stato di conservazione degli habitat e delle specie, compresi quelli di interesse per l'Unione?</p>	No	<p>Anche se marginali, sono previsti interventi che impattano sulla biodiversità quali le nuove alberature e arbusti. Anche le aree permeabili più ampie rispetto alle attuali contribuiranno, specie se considerate in connessione con il prossimo parco della Lanterna alla ricostituzione di un ecosistema più ricco e bilanciato rispetto alla situazione attuale</p>

## 10. CONCLUSIONI

Il presente documento è stato redatto ai sensi del Regolamento (UE) 2021/241 - che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento, e le regole di erogazione di tale finanziamento – nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 5 "principi orizzontali", comma 2 che riporta: "Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio "non arrecare danno significativo".

Nel documento è stato declinato tale principio allo specifico Progetto definitivo dell'intervento di "**Lungomare Canepa – NUOVO PARCO LINEARE**", ed in particolare, al paragrafo "Fase 1 - Obiettivi per cui non si ritiene necessaria una valutazione di fondo" ed al paragrafo "Fase 2 - Obiettivi per i quali è necessario effettuare una valutazione di fondo", sono stati forniti alcuni elementi relativi all'analisi sugli impatti per i sei obiettivi ambientali.

Per tutti gli obiettivi del DNSH è stata effettuata una valutazione di fondo finalizzata a dimostrare che le azioni di progetto non arrecano alcun danno significativo, ovvero:

1. Mitigazione dei cambiamenti climatici (art. 10);
2. Adattamento ai cambiamenti climatici (art. 11);
3. Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine (art. 12);
4. Transizione verso un'economia circolare (art. 13);
5. Prevenzione e riduzione dell'inquinamento (art. 14);
6. Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi (art. 15).

Dalla valutazione di fondo, che tiene conto delle caratteristiche e della localizzazione dell'intervento, emerge che, seppure il campo di intervento individuato per l'Investimento non preveda un contributo sostanziale alla lotta al cambiamento climatico (Obiettivi 1 e 2 del DNSH), le attività prevalenti previste per **Lungomare Canepa – NUOVO PARCO LINEARE** sono destinate alla mobilità e al rafforzamento del sistema del verde urbano, con effetti benefici sia sulla mitigazione dei gas effetto serra sia sulla resilienza dell'area agli effetti dei cambiamenti climatici in atto. A conferma di tale assunzione, le attività previste sono nella sostanza ascrivibili al campo di intervento "075 Infrastrutture ciclistiche", che presenta un coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici e ambientali del 100%.

Infine, nella valutazione del rispetto del principio DNSH per i diversi obiettivi, sono stati considerati impegni in fase di Progetto Definitivo che saranno presi in carico nella progettazione esecutiva dell'intervento, e per i quali sono stati identificati elementi di verifica ex ante (ed ex post).

Tramite i succitati elementi di verifica e i relativi documenti probanti, il Comune di Genova, Soggetto attuatore del progetto, può verificare se l'impatto ipotizzato in fase di progettazione sia quello che si riscontra dagli indicatori previsti, mediante l'effettuazione delle verifiche, controlli e valutazioni che saranno effettuate in fase ante operam — per la progettazione esecutiva — e post operam, per la verifica di rispondenza.

Per quanto esposto nel presente documento, si ritiene che, sulla base del Progetto definitivo, l'intervento che si prevede di realizzare "non arrechi un danno significativo" a nessuno degli obiettivi di cui all'art. 9

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	51 / 74

del Regolamento UE 2020/852 “Tassonomia”.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	52 / 74

## 11. ALLEGATO 01 – ANALISI DI RESILIENZA

### 11.1 ANALISI DI RESILIENZA (ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI)

La regione Liguria è caratterizzata da una geografia molto complessa e varia, che risente particolarmente della conformazione del suo territorio in gran parte montuoso (65% montagna e 35% collina), aperto ad arco sul mare Ligure le cui coste risultano perlopiù a strapiombo sul mare. È importante sottolineare e ricordare come la Liguria sia la regione geografica nella quale ricadono alcune delle aree con i più elevati valori di intensità di precipitazione su brevi durate (qualche ora) osservati sull'intera Europa occidentale, proprio anche a causa della sua conformazione territoriale. Questa complessa morfologia ha anche importanti implicazioni dal punto di vista dei processi meteo-climatici che interessano la Liguria e richiede dunque un'attenta analisi delle vulnerabilità e degli impatti che ad essi conseguono e conseguiranno.

Per lo studio relativo al “Adattamento ai cambiamenti climatici” è stata presa a riferimento l'Appendice A del sopra citato Atto Delegato 2021/2139 e qui sotto riportati:

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	53 / 74

*Figura 1 - “Appendice A”, Classificazione dei pericoli legati al clima*

I rischi climatici fisici che pesano sull'attività sono stati identificati tra quelli elencati nell'appendice effettuando una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità. La valutazione è stata effettuata in base agli elementi nel:

“XVII Rapporto ISPRA “Gli indicatori del clima in Italia”,

“Documento ISPRA sul Clima futuro in Italia: analisi delle proiezioni dei modelli regionali”

Documento della Regione Liguria “Percorso di costruzione della strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici (SRACC) – presa d’atto scenari climatici 2038-2068” del Settembre 2021

Utilizzando proiezioni climatiche di scenari futuri coerenti con la durata prevista dell'attività come quelle pubblicate periodicamente dal gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico.

L’Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) è il principale organismo internazionale per la valutazione dei cambiamenti climatici. L’IPCC è stato istituito nel 1988 dalla World Meteorological Organization (WMO) e dallo United Nations Environment Programme (UNEP) allo scopo di fornire al mondo una visione chiara e scientificamente fondata dello stato attuale delle conoscenze sui cambiamenti climatici e sui loro potenziali impatti ambientali e socio-economici. L’IPCC esamina e valuta le più recenti informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche prodotte in tutto il mondo, e importanti per la comprensione dei cambiamenti climatici.

A tal proposito, quale base di riferimento per calcolare il possibile sviluppo del clima, si utilizzano gli scenari di emissione dei gas a effetto serra e degli aerosol. Gli scenari futuri comprendono i percorsi di concentrazione rappresentativi (RCP, Representative Concentration Pathways) del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5. Questi indicano un andamento rappresentativo delle concentrazioni dei gas a effetto serra e degli aerosol per un determinato obiettivo climatico, che corrisponde a sua volta a un determinato andamento delle emissioni umane. I modelli climatici sono stati inizializzati con i diversi scenari per illustrare l’influsso delle decisioni politiche e di altri fattori sul futuro del clima. Gli scenari di emissione costituiscono pertanto delle opzioni di intervento. Essi consentono di quantificare le conseguenze climatiche di queste azioni, senza che si possa stabilire quale scenario sia il più probabile.

Di seguito vengono riportati i 3 scenari che ufficialmente vengono presi come riferimento (RCP8.5, RCP4.5 e RCP 2.6) variabili a seconda dei provvedimenti che metterà in atto il genere umano:

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	54 / 74

Scenario	Scenario RCP	Caratteristiche
<b>Nessuna protezione del clima</b>	RCP8.5	Non viene preso alcun provvedimento in favore della protezione del clima. Le emissioni di gas a effetto serra aumentano in modo continuo. Rispetto al 1850, nel 2100 il forzante radiativo ammonterà a 8,5 W/m <sup>2</sup> .
<b>Limitata protezione del clima</b>	RCP4.5	L'emissione di gas a effetto serra è arginata, ma le loro concentrazioni nell'atmosfera aumentano ulteriormente nei prossimi 50 anni. L'obiettivo dei "+2 °C" non è raggiunto. Rispetto al 1850, nel 2100 il forzante radiativo ammonterà a 4,5 W/m <sup>2</sup> .
<b>Consequente protezione del clima</b>	RCP2.6	Vengono presi provvedimenti in favore della protezione del clima. L'aumento di gas ad effetto serra nell'atmosfera è arrestato entro 20 anni attraverso l'immediata riduzione delle emissioni. In tal modo è possibile raggiungere gli obiettivi dell'Accordo sul clima di Parigi del 2016. Rispetto al 1850, nel 2100 il forzante radiativo ammonterà a 2,6 W/m <sup>2</sup> .

In particolare rispetto all'oggetto dell'analisi, i potenziali pericoli climatici sono individuabili in "Acque", "Temperatura" e "Venti". La sezione relativa alla "Massa Solida" è stata considerata come non di particolare rilevanza in quanto alcuni dei rischi principali come frane e valanghe non sono pertinenti in virtù della posizione della struttura mentre altri risultano trascurabili o affrontati nel progetto (ad es. subsidenza). Su quest'ultimo punto, come riportato nella relazione di fattibilità strutturale, si ipotizzano diverse tipologie costruttive (che andranno definite meglio in fase di progettazione esecutiva) ma che già prevedono un consolidamento del terreno che quindi riduce sensibilmente il potenziale rischio di subsidenza.

### 11.1.1 Acque

Secondo l'IPCC, il livello medio del mare globale è aumentato di 0,20 m tra il 1901 e il 2018 e il tasso medio di innalzamento è stato di 1,3 mm tra il 1901 e il 1971. Le attività umane sono la principale causa di questo innalzamento. Recentemente tra il 2006 e il 2018 il tasso di innalzamento ha raggiunto i 3,7 mm per anno. Il livello medio globale del mare continuerà ad aumentare nel corso del XXI secolo. Rispetto al 1995-2014, l'aumento sarà probabilmente di 0,28-0,55 m entro il 2100 nello scenario di emissioni di GHG molto basse (SSP1-1.9), e 0,63-1.01 m nello scenario di emissioni molto elevato (SSP5-8.5). Entro il 2150 l'aumento è di 0,37-0,86 m nello scenario molto basso (SSP1-1.9) e di 0,98- 1,88 m nello scenario molto elevato (SSP5-8.5). Un innalzamento intorno a 2m entro il 2100 e 5 m entro il 2150 in uno scenario di

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	55 / 74

emissioni di gas serra molto alto (SSP5-8.5) non può essere escluso. Secondo uno studio dell'ENEA sull'innalzamento del mare nei principali porti Italiani nel 2100 è stimato intorno a 1 metro. Il rischio dell'innalzamento dei mari è quindi da considerarsi trascurabile rispetto al contesto del progetto in esame. Per quanto riguarda potenziali allagamenti dovuti a precipitazioni forti e concentrate, l'IPCC conferma che ci potranno essere aumenti nei prossimi anni nell'area del Mediterraneo:

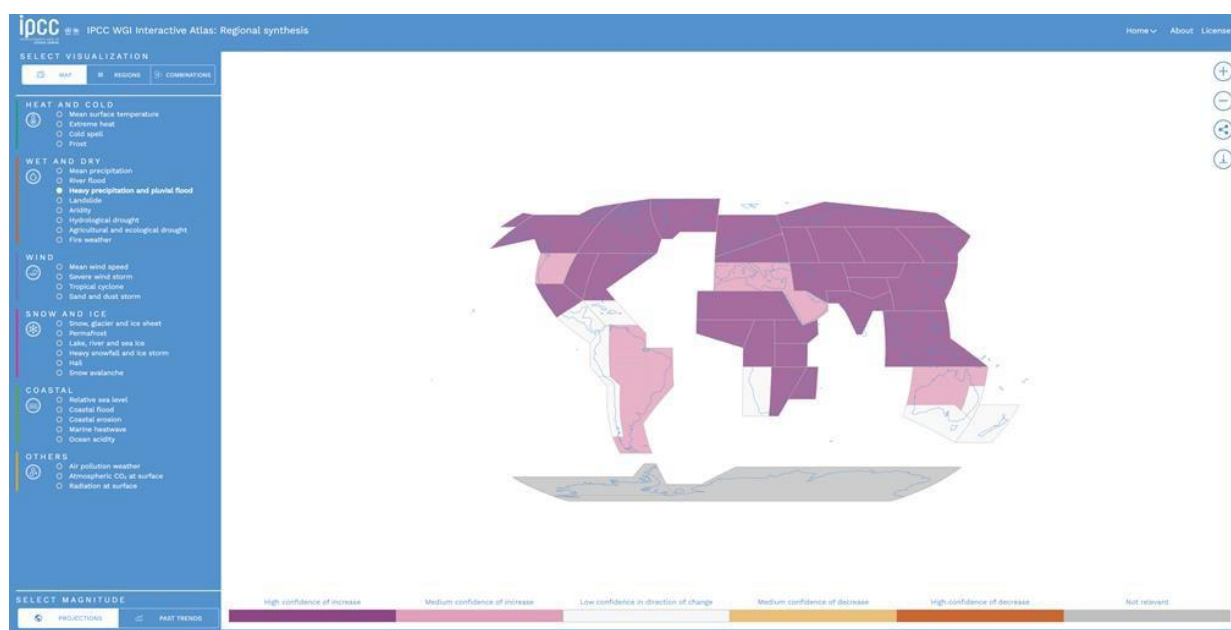


Figura 2 - IPCC, possibilità di “Heavy precipitation and pluvial flood”

La variazione della precipitazione nei giorni molto piovosi (R95P) è mostrata nelle mappe delle figure 3 e 4, rispettivamente negli scenari RCP4.5 e RCP8.5. In entrambi gli scenari tutti i modelli mostrano un aumento dell'indice R95P rispetto al valore medio di riferimento 1971-2000, che non subisce variazioni rilevanti dal primo al terzo orizzonte temporale. L'entità delle variazioni previste varia da modello a modello, ma è quasi equivalente nei i due scenari. Uno dei modelli prevede aumenti superiori a 15 mm (circa l'8% del valore medio osservato nel periodo di riferimento 1971-2000) su quasi tutto il territorio nazionale, con punte di oltre 20 mm, mentre gli altri modelli indicano aumenti medi nazionali inferiori a 15 mm (tabella 4.5). Le mappe mostrano differenze modeste fra diverse aree geografiche. Di conseguenza, anche la media d'insieme indica un aumento dell'indice R95P piuttosto uniforme sul territorio nazionale, compreso fra 10 e 15 mm in entrambi gli scenari e per tutti e tre gli orizzonti temporali. L'aumento dell'indice R95P mette in evidenza che per il futuro, accanto alla debole diminuzione delle precipitazioni totali e alla

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	56 / 74

tendenza all'aumento dell'intensità media delle precipitazioni, si prevede un incremento del contributo alle precipitazioni totali da parte degli eventi più intensi.

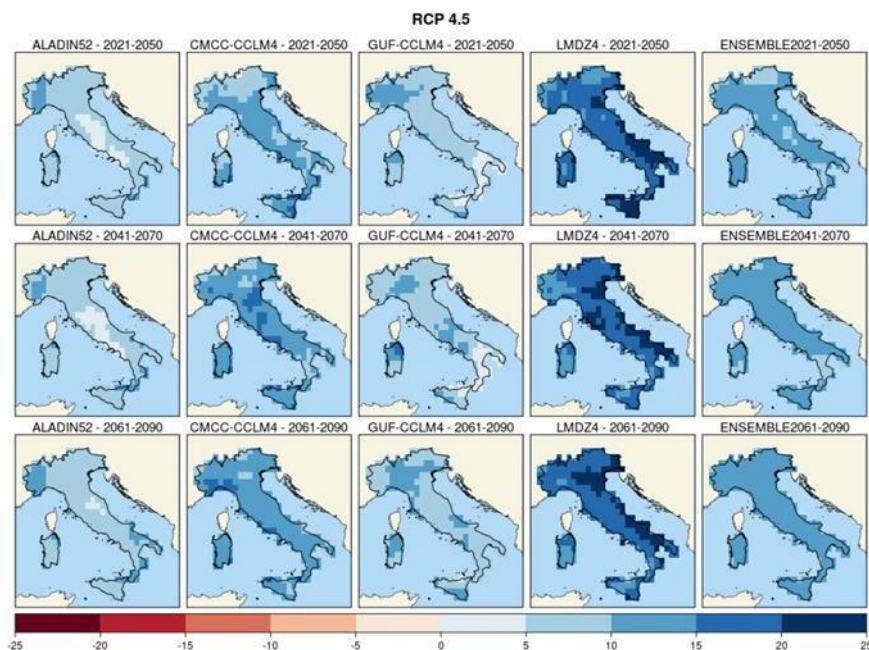


Figura 3 – Precipitazione nei giorni molto piovosi (mm), scenario RCP4.5. Mappe delle variazioni previste dai modelli e dalla media d'insieme ai tre orizzonti temporali 2021-2050 (prima riga), 2041-2070 (seconda riga), 2061-2090 (terza riga). [Fonte: ISPRA, Clima futuro in Italia]

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	57 / 74

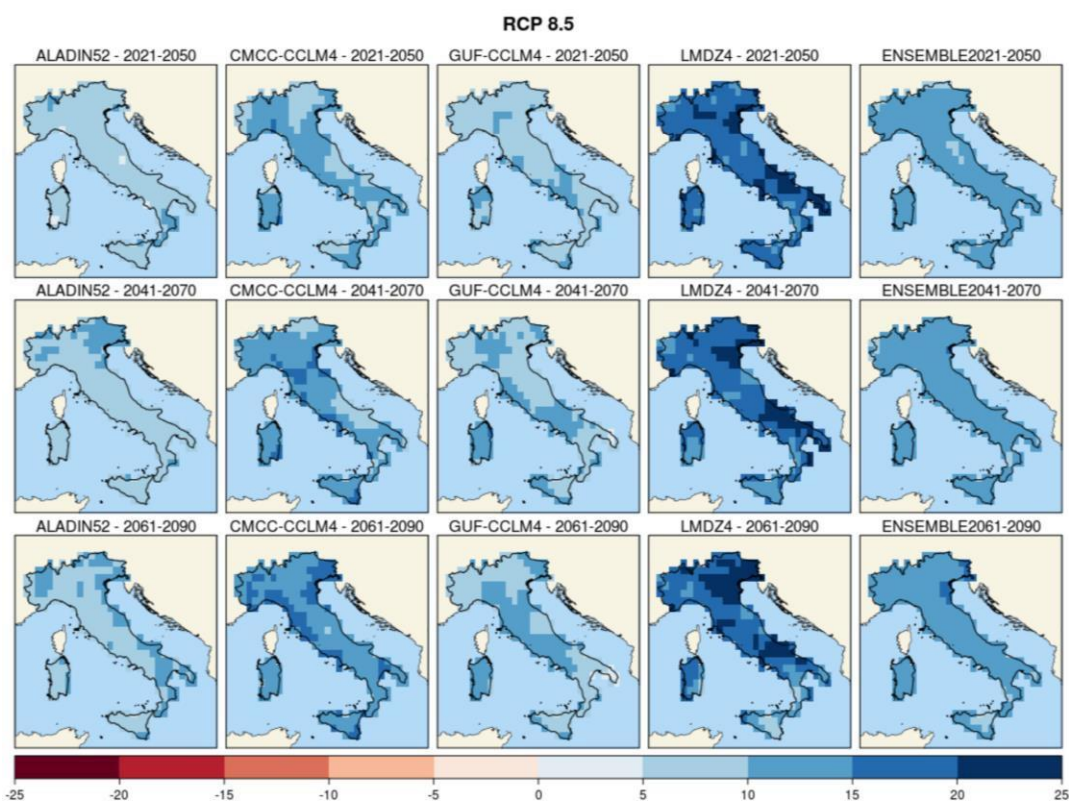


Figura 4 – Come in figura 3, per lo scenario RCP8.5 [Fonte: ISPRA, *Clima futuro in Italia*]

Le figure 5 e 6 mostrano le mappe della variazione della precipitazione massima giornaliera (RX1day), rispettivamente negli scenari RCP4.5 e RCP8.5. In entrambi gli scenari due modelli indicano un aumento delle precipitazioni massime giornaliere su quasi tutto il territorio nazionale, di entità generalmente modesta (inferiore a 10 mm) e punte di 20 mm in alcune zone. Due modelli indicano invece anche aree soggette ad una riduzione dell'indice RX1day, prevalentemente di debole entità. Le mappe della media d'insieme mostrano in prevalenza un lieve incremento della precipitazione massima giornaliera, in leggero aumento dal primo al terzo orizzonte temporale, con una distribuzione abbastanza uniforme sul territorio. Nel trentennio 2061-2090 per lo scenario RCP4.5 l'aumento medio previsto è di 5 mm (circa l'8% del valore medio osservato nel periodo di riferimento 1971-2000), con variazioni che vanno dal minimo di -13 mm a +37 mm (tabella 4.6). Per lo scenario RCP8.5 si prevede un aumento medio di 7 mm (10%), con variazioni superiori a 15 mm al Nord-Est.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	58 / 74

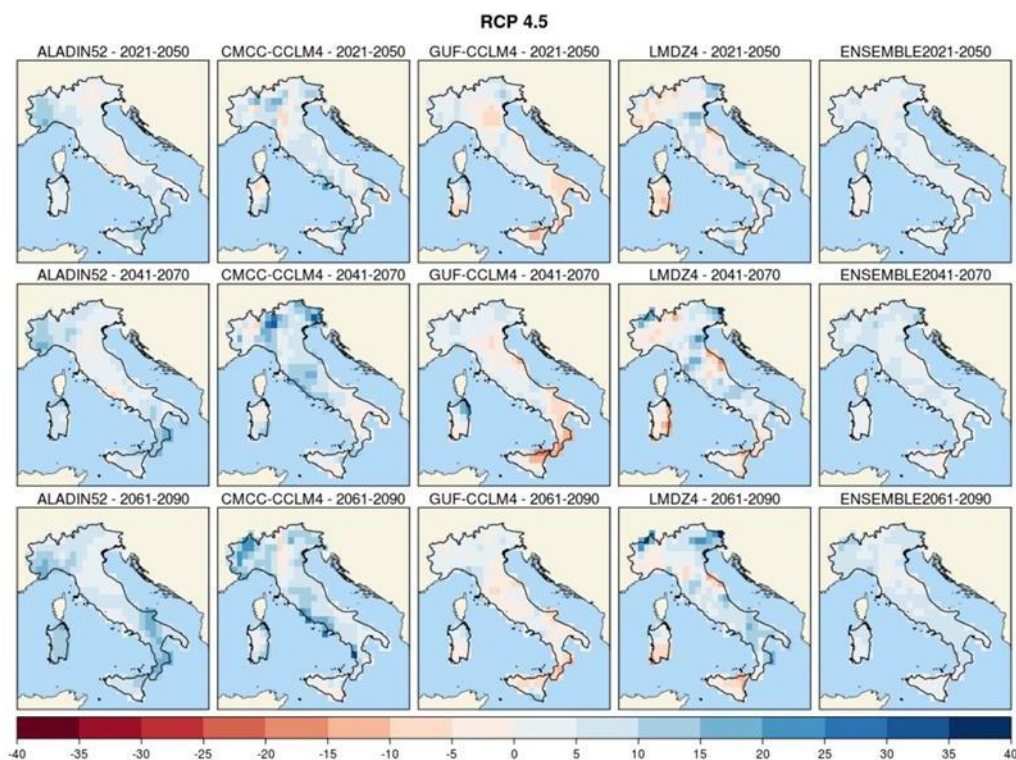


Figura 5 – Precipitazione massima giornaliera (mm), scenario RCP4.5. Mappe delle variazioni previste dai modelli e dalla media d'insieme ai tre orizzonti temporali 2021-2050 (prima riga), 2041-2070 (seconda riga), 2061-2090 (terza riga) [Fonte: ISPRA, Clima futuro in Italia]

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	59 / 74

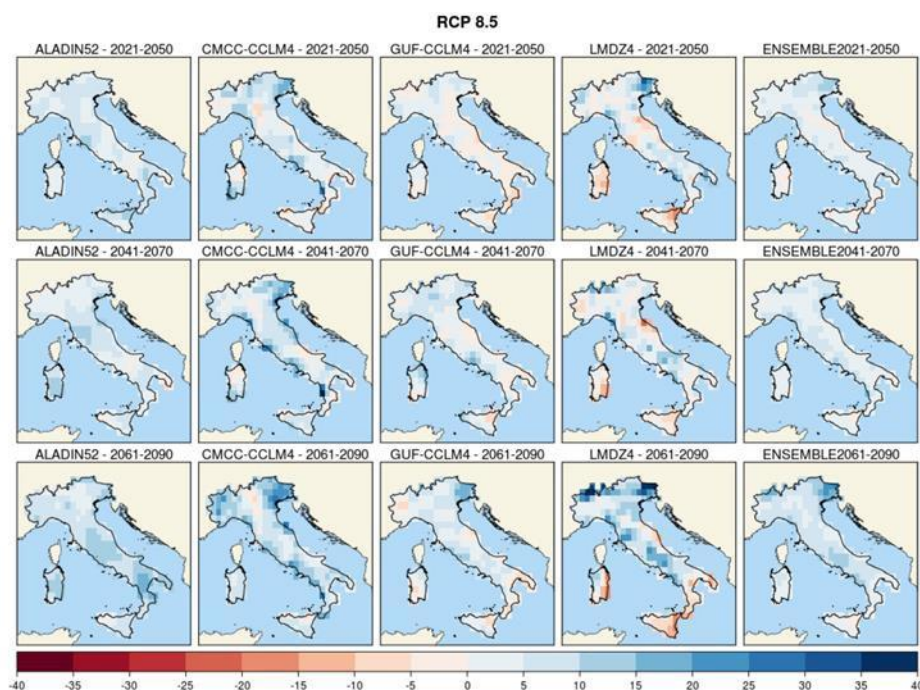


Figura 6 – Come in figura 4.10, per lo scenario RCP8.5 [Fonte: ISPRA, *Clima futuro in Italia*]

Il XVII Rapporto ISPRA “Gli indicatori del clima in Italia” illustra l’andamento del clima nel corso del 2021 e aggiorna la stima delle variazioni climatiche negli ultimi decenni in Italia. Nel rapporto viene segnalato come non sono mancati eventi estremi di precipitazione. Nei primi giorni del mese di ottobre 2021 una fase perturbata, con forti e persistenti temporali, ha fatto registrare in Liguria, fra le province di Genova e Savona, piogge di eccezionale intensità e con quantitativi totali molto elevati, che hanno segnato nuovi record regionali per i valori cumulati su 3, 6 e 12 ore e causato ingenti effetti al suolo in alcune aree, con diffuse inondazioni, allagamenti, numerose frane e smottamenti.

Nella figura 7 sono rappresentate le precipitazioni massime giornaliere registrate nel 2021. Per massima giornaliera si intende qui il valore massimo delle precipitazioni cumulate su intervalli fissi dalle ore 0 alle ore 24 e non quello su tutti gli intervalli di 24 ore a orario mobile, che può evidentemente essere maggiore. Va inoltre tenuto presente che i valori interpolati sul grigliato regolare e spazializzati su mappa sono generalmente inferiori ai massimi registrati dalle singole stazioni. I valori più elevati di precipitazione sono stati registrati in occasione dell’evento del 4 ottobre: la precipitazione giornaliera ha raggiunto il massimo

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	60 / 74

di 882.8 mm a Rossiglione (GE) e sono state registrate precipitazioni cumulate giornaliere comprese fra 200 e 350 mm fra Liguria centrale ed estremo confine meridionale del Piemonte.

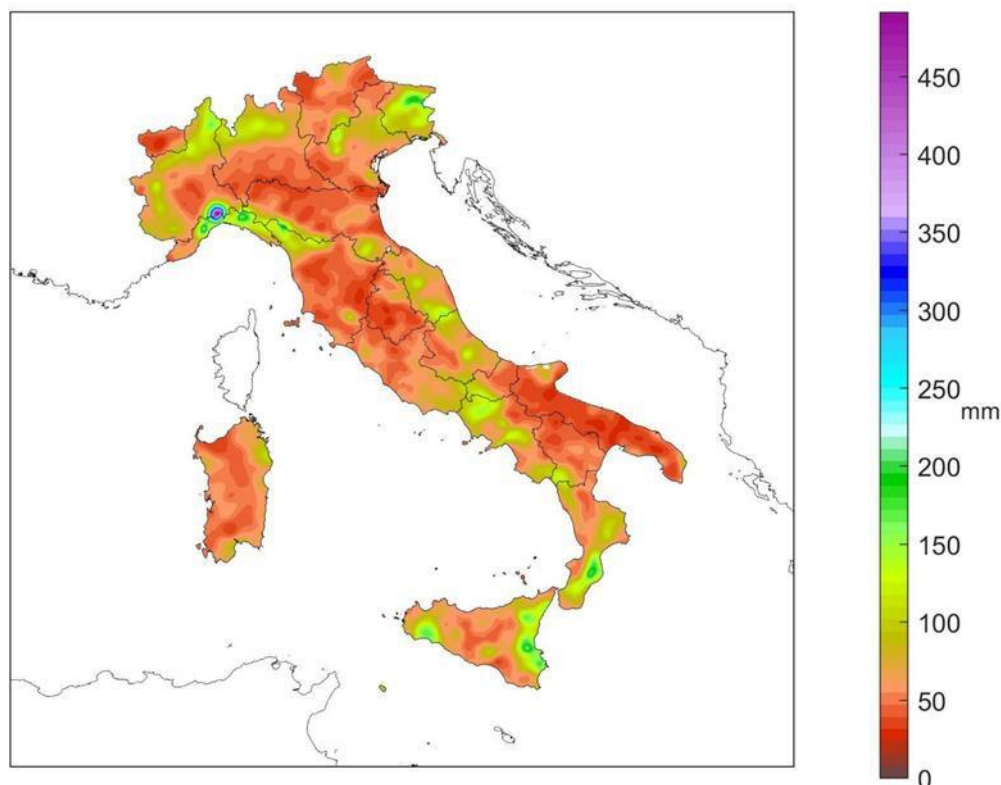


Figura 7: Precipitazione massima giornaliera 2021 [Fonte: ISPRA, Gli indicatori del clima in Italia]

Per quanto concerne più precisamente la Liguria, dalla figura 8 si nota come sia prevista in futuro una diminuzione delle precipitazioni invernali sul Ponente ligure, mentre il Levante mostra un comportamento differente: la precipitazione invernale in alcune aree potrebbe addirittura aumentare rispetto al passato; tenendo però conto della possibile riduzione dei giorni con temperatura minima al di sotto degli 0°C, ciò si traduce in un probabile aumento della precipitazione invernale in forma liquida e non più nevosa.



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	61 / 74

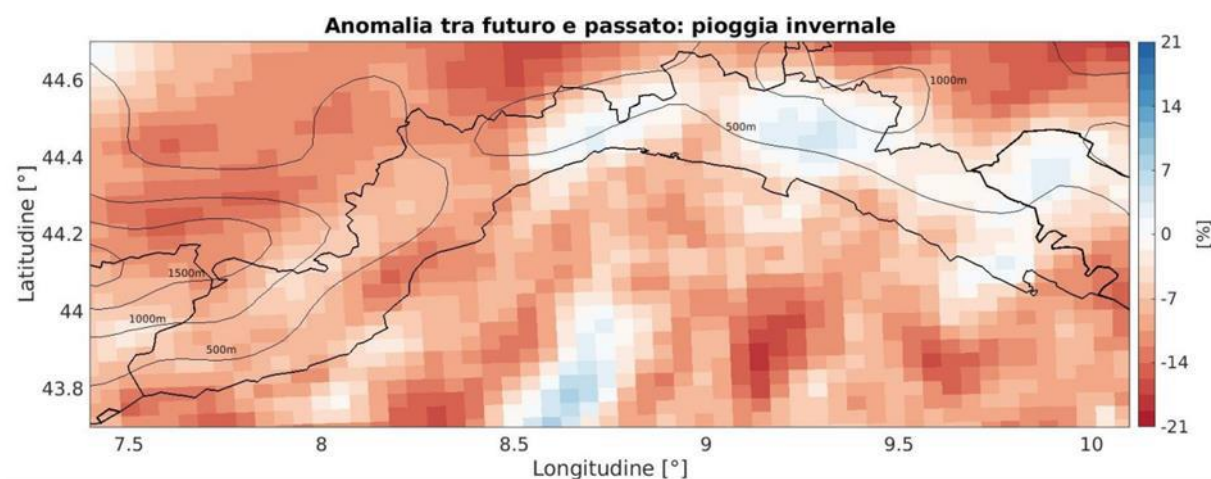


Figura 8: Variazione futura in percentuale rispetto alla simulazione storica della cumulata delle precipitazioni nella stagione invernale (WP). In figura sono rappresentate le isolinee dell'altitudine a 500m, 1000m e 1500m. [Fonte: Regione Liguria "Percorso di costruzione della strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici"]

Mentre la mappa in Figura 9 relativa all'anomalia delle precipitazioni estive mostra come le precipitazioni cumulate sui tre mesi Giugno, Luglio e Agosto potrebbero essere caratterizzate in futuro da una generale diminuzione su tutta la regione, con picchi negativi sul Ponente Ligure.

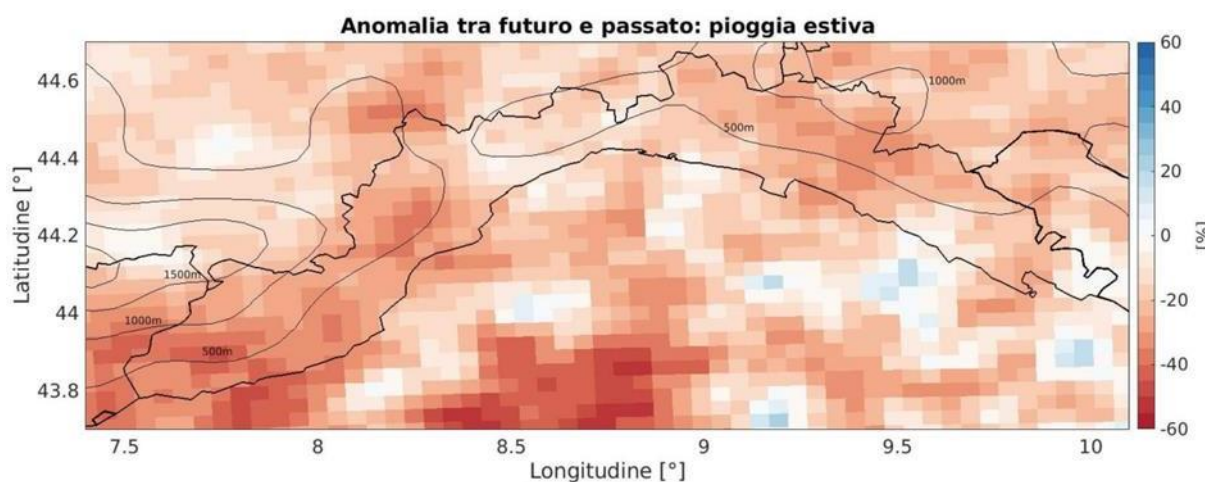


Figura 9: Variazione futura in percentuale rispetto alla simulazione storica della cumulata delle precipitazioni nella stagione estiva (SP). In figura sono rappresentate le isolinee dell'altitudine a 500m,

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	62 / 74

1000m e 1500m. [Fonte: Regione Liguria “Percorso di costruzione della strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici”]

Da queste simulazioni, emerge come la differenza della frequenza media delle precipitazioni giornaliere caratterizzate da almeno 20mm di precipitazione (indice R20) è prevista aumentare non in maniera uniforme nella regione: la mappa in figura 10 mostra un incremento della frequenza in futuro prevalentemente a Est della regione Liguria, mentre a Ovest è presente in tutta l’area una diminuzione della frequenza dei giorni con precipitazione.

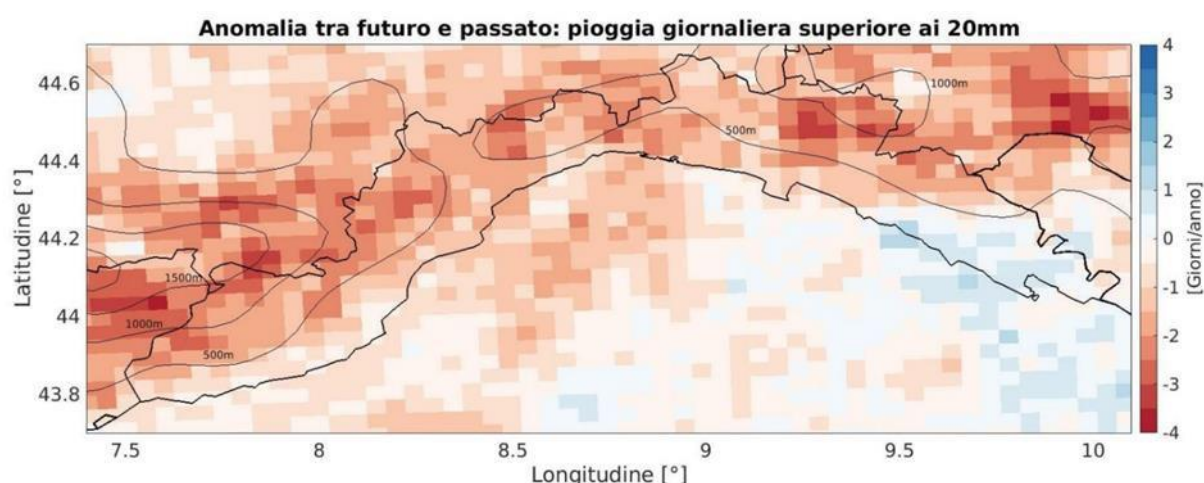


Figura 10: Differenza tra la simulazione futura e storica dell’indice climatico R20: media dei giorni all’anno con precipitazione giornaliera maggiore di 20mm. In figura sono rappresentate le isolinee dell’altitudine a 500m, 1000m e 1500m [Fonte: Regione Liguria “Percorso di costruzione della strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici”]

La mappa dell’intensità delle precipitazioni estreme (Figura 11) mostra come sia ancora presente un dipolo tra la zona di Levante e quella di Ponente: mentre la zona di Levante mostra un incremento futuro del 95esimo percentile di precipitazione giornaliera, il Ponente sembra essere affetto maggiormente in futuro da una lieve diminuzione dell’intensità della precipitazione.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	63 / 74

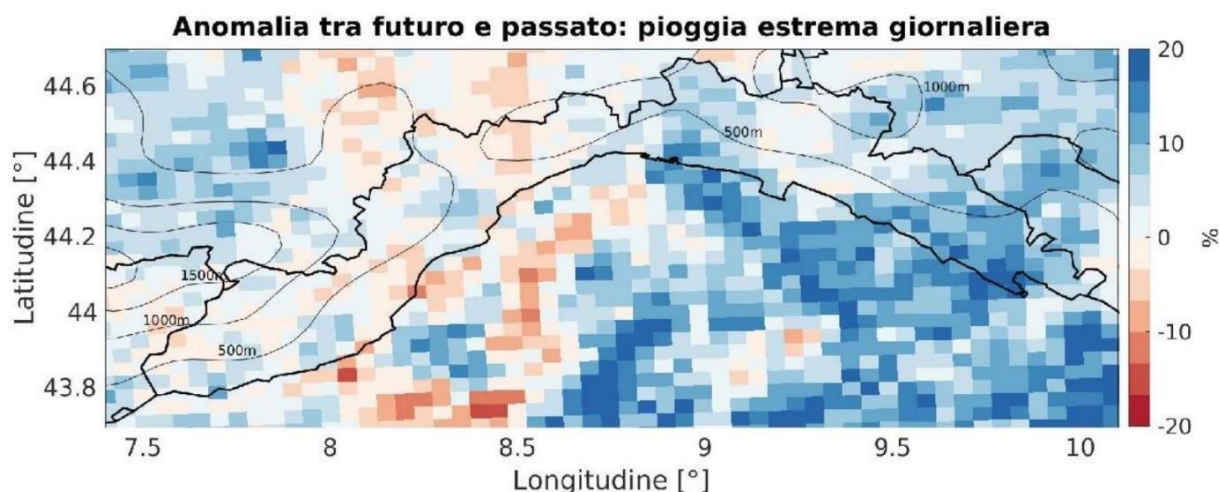


Figura 11: Variazione futura in percentuale rispetto alla simulazione storica del 95esimo percentile del dataset di precipitazione giornaliera. In figura sono rappresentate le isolinee dell'altitudine a 500m, 1000m e 1500m. [Fonte: Regione Liguria "Percorso di costruzione della strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici"]

Le precipitazioni mostrano, quindi, un differente comportamento tra il Levante e il Ponente ligure: mentre il Levante potrebbe sperimentare un aumento sia dell'intensità della precipitazione estrema che della frequenza dei giorni piovosi, il Ponente sembra poter essere più esposto ad una maggiore diminuzione delle precipitazioni rispetto al passato.

In conclusione i cambiamenti climatici stanno avendo, nel nostro Paese come anche nell'area del progetto, un notevole impatto sulle precipitazioni e sulla probabilità di eventi estremi come alluvioni e fenomeni associati tipicamente a temporali particolarmente violenti e duraturi, spesso con forte vento, in genere legati a linee temporalesche o a veri e propri violenti cicloni extratropicali. Ciò nonostante, come emerge dalle carte del rischio idraulico dello studio di fattibilità della Relazione Tecnico-Illustrativa, si può affermare l'area non ricade in zona di rischio idraulico. Rispetto alla carta delle fasce di inondabilità l'area non ricade in zona di rischio.

Per quanto concerne il rischio geologico e la suscettività al dissesto, nelle carte del rischio geologico le aree sono classificate in R0 – rischio lieve o trascurabile ed R1 – Rischio Moderato. Gli interventi a progetto risultano compatibili con le norme del Piano di Bacino.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	64 / 74

Si segnala che l'intero progetto ha recepito appieno le richieste relative **all'aumento del drenaggio delle aree attraverso l'incremento delle aree permeabili previste**, che assicura una pavimentazione che drena l'acqua nella maniera corretta sia per la tenuta dei sottofondi sia per l'utilizzo della pista ciclabile anche in caso di pioggia forte.

### 11.1.2 Temperatura

Per quanto concerne i pericoli legati alla temperatura superficiale globale, è atteso che la stessa continuerà ad aumentare almeno fino alla metà del secolo in tutti gli scenari di emissioni ad oggi presi a riferimento. Rispetto al periodo 1850-1900, la temperatura superficiale globale media nel 2081-2100 sarà molto probabilmente più alta di 1,0°C-1,8°C nello scenario di emissioni di GHG molto basso (SSP1-1,9), di 2,1°C-3,5°C nello scenario intermedio (SSP2-4,5) e di 3,3°C-5,7°C nello scenario di emissioni molto alto (SSP5-8,5).

L'ultima volta che la temperatura superficiale globale ha superato i 2,5°C è stato più di 3 milioni di anni fa. Dall'annual report dell'IPCC "AR5", gli studi hanno confermato che la tendenza al riscaldamento medio in Europa è in aumento. I modelli di tendenza sul riscaldamento osservati sono in gran parte coerenti con quelli simulati dai modelli climatici globali e regionali ed è molto probabile che tali tendenze siano, in gran parte, dovute all'influenza umana sul clima.

È molto probabile che tutte le tendenze della temperatura continuino per un riscaldamento globale di 1,5°C o 2°C e 3°C. Il riscaldamento globale di 1,5°C e 2°C sarà superato durante il corso del XXI° secolo a meno che non si verifichino nei prossimi decenni profonde riduzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> e di altri gas serra. Di seguito una proiezione della massima delle massime temperature che l'IPCC prevede nella zona del Mediterraneo durante il ventennio (2081-2100) nello scenario (SSP5-8,5):

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	65 / 74



*Figura 12: IPCC, "CMIP6 - Maximum of maximum temperatures (TXx) deg C - Long Term (2081-2100) SSP5-8.5 - Annual (27 models) Regions: Mediterranean" [Fonte: IPCC]*

A livello Nazionale si prevede che la temperatura massima, in un secolo, aumenterà di un valore compreso tra 1.9 e 3.3°C nello scenario RCP4.5 e tra 3.4 e 5.7°C nello scenario RCP8.5 (figura 13). L'aumento è abbastanza costante nel tempo per entrambi gli scenari. Per la temperatura minima si prevede in un secolo un incremento compreso tra 1.7 e 3.0°C nello scenario RCP4.5 e tra 3.4 e 5.1°C nello RCP8.5 (figura 14). Anche per la temperatura minima l'aumento è abbastanza costante nel tempo per entrambi gli scenari. L'aumento previsto per temperatura massima e minima è molto simile; le differenze si possono considerare trascurabili rispetto all'incertezza delle variazioni stimate. In sintesi, il riscaldamento previsto nel corso del secolo sull'Italia può essere attribuito a un aumento più o meno equivalente sia delle temperature massime diurne che delle temperature minime notturne. Per la temperatura media si prevede in un secolo un incremento della temperatura media compreso tra 1.8 e 3.1°C nello scenario RCP4.5 e tra 3.5 e 5.4°C nello scenario RCP8.5 (figura 3.3). Il trend della media d'insieme (media delle variazioni previste dai 4 modelli) è di 0.2°C/10 anni nello scenario RCP4.5 e di 0.4°C/10 anni nello scenario RCP8.5.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	66 / 74

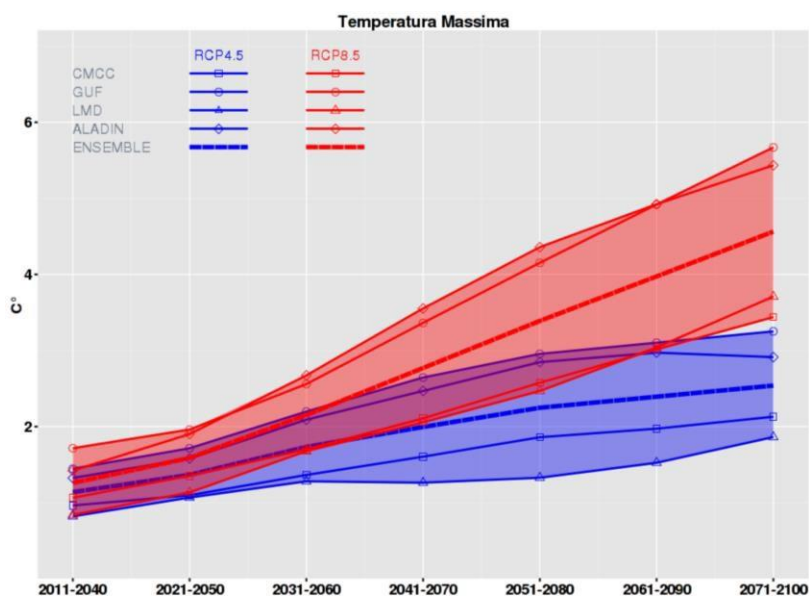
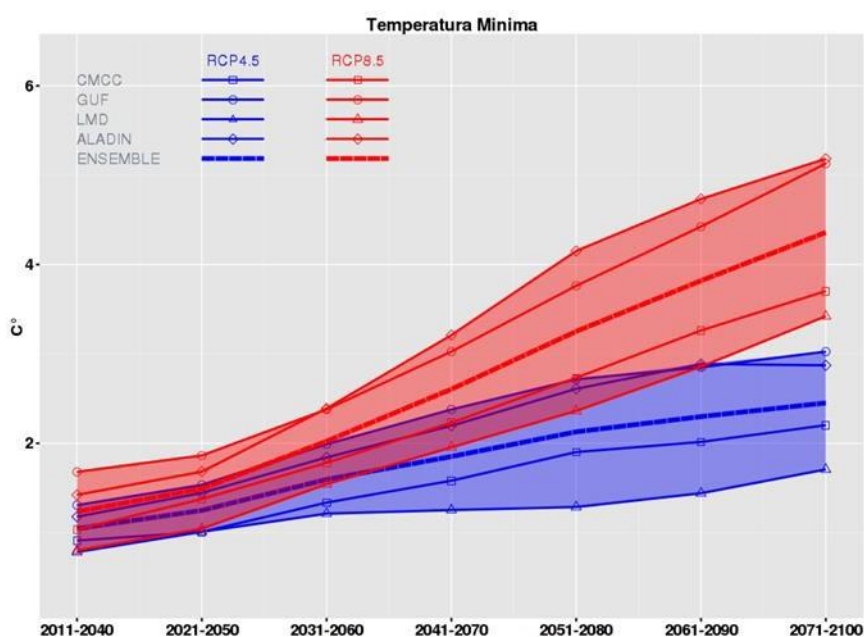


Figura 13: " CMIP6 - Temperatura massima. Variazioni rispetto alla media 1971-2000 dei valori previsti dai quattro modelli (media su periodi di 30 anni) nei due scenari RCP4.5 (blu) e RCP8.5 (rosso). L'area colorata rappresenta lo spread delle previsioni dei modelli mentre la linea tratteggiata indica la media delle variazioni previste dai modelli (media d'insieme)." [Fonte: Fonte: ISPRA, Clima futuro in Italia]



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	67 / 74

Figura 14: " CMIP6 - Temperatura minima. Variazioni rispetto alla media 1971-2000 dei valori previsti dai quattro modelli (media su periodi di 30 anni) nei due scenari RCP4.5 (blu) e RCP8.5 (rosso). L'area colorata rappresenta lo spread delle previsioni dei modelli mentre la linea tratteggiata indica la media delle variazioni previste dai modelli (media d'insieme)." [Fonte: Fonte: ISPRA, Clima futuro in Italia]

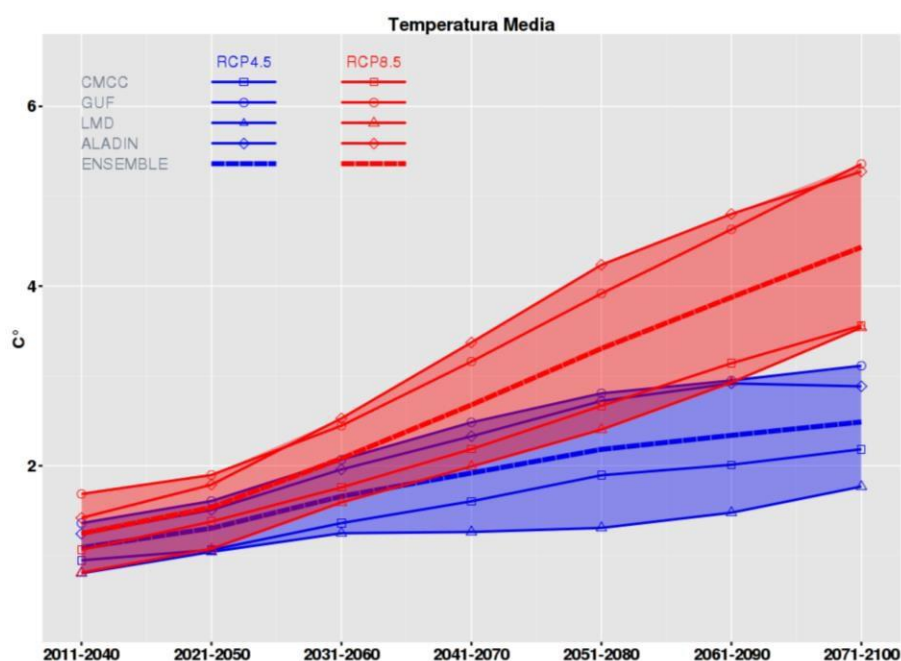
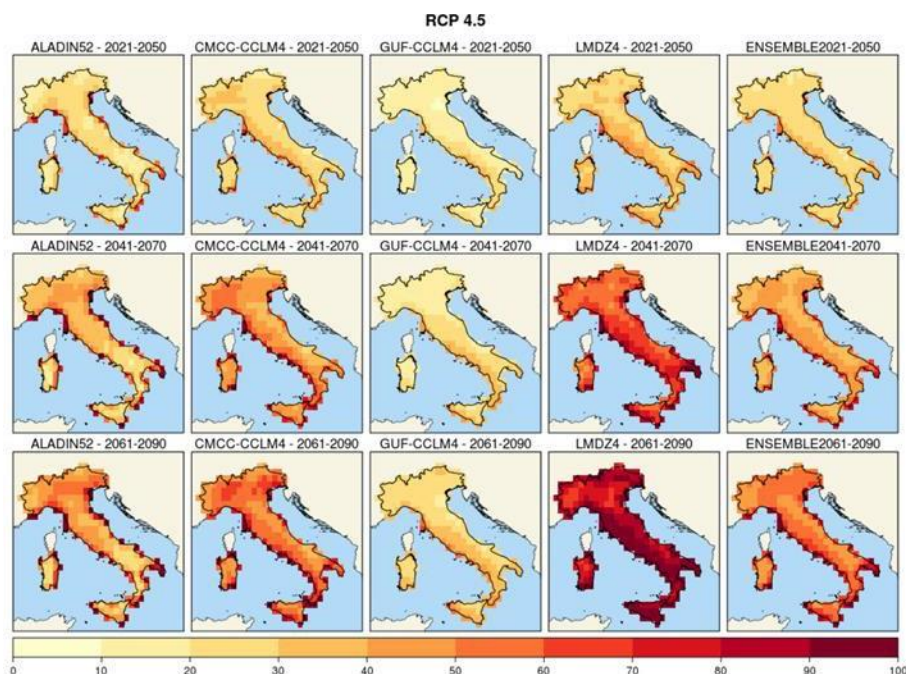


Figura 15: " CMIP6 - Temperatura media. Variazioni rispetto alla media 1971-2000 dei valori previsti dai quattro modelli (media su periodi di 30 anni) nei due scenari RCP4.5 (blu) e RCP8.5 (rosso). L'area colorata rappresenta lo spread delle previsioni dei modelli mentre la linea tratteggiata indica la media delle variazioni previste dai modelli (media d'insieme)." [Fonte: Fonte: ISPRA, Clima futuro in Italia]

Anche le mappe relative alle onde di calore (WSDI) mostrano aumenti consistenti rispetto al valore medio di riferimento 1971- 2000 su tutto il territorio nazionale, con un andamento crescente nel tempo. Gli incrementi dell'indice WSDI sono particolarmente sensibili nello scenario RCP8.5. Nel trentennio 2061-2090 i valori medi nazionali previsti dai quattro modelli variano da +30 a +93 giorni caratterizzati da onde di calore per lo scenario RCP4.5 e da +76 a +182 giorni nello scenario RCP8.5. Per quanto riguarda la distribuzione geografica delle variazioni, al secondo e al terzo orizzonte temporale per tre modelli su quattro il versante occidentale della Penisola è soggetto agli aumenti più sensibili. Le mappe della media d'insieme presentano una distribuzione abbastanza uniforme sul territorio nazionale, in entrambi gli

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	68 / 74

scenari, nel trentennio 2021-2050. Al secondo e al terzo orizzonte temporale le mappe mettono in evidenza un aumento più sensibile al Nord e sul versante tirrenico, meno marcato sul versante adriatico. Gli incrementi sono comunque elevati, superiori ovunque a 40 giorni l'anno nello scenario RCP4.5 e a 60 giorni l'anno nello scenario RCP8.5.



*Figura 16: " Onde di calore (giorni), scenario RCP4.5. Mappe delle variazioni previste dai modelli e dalla media d'insieme ai tre orizzonti temporali 2021-2050 (prima riga), 2041-2070 (seconda riga), 2061-2090 (terza riga)" [Fonte: Fonte: ISPRA, Clima futuro in Italia]*



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	69 / 74

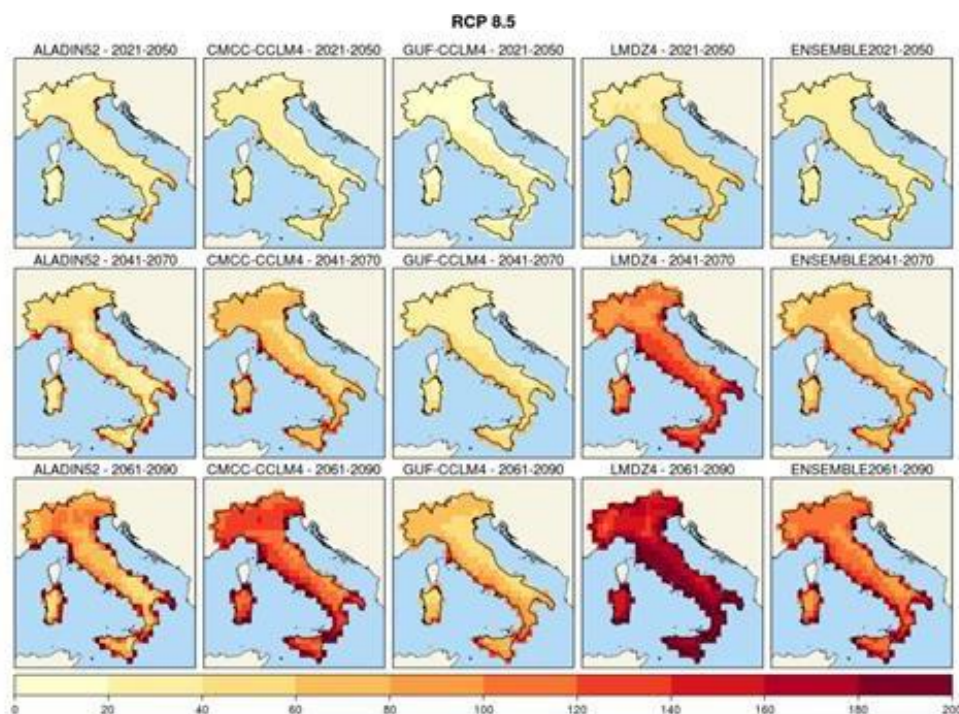


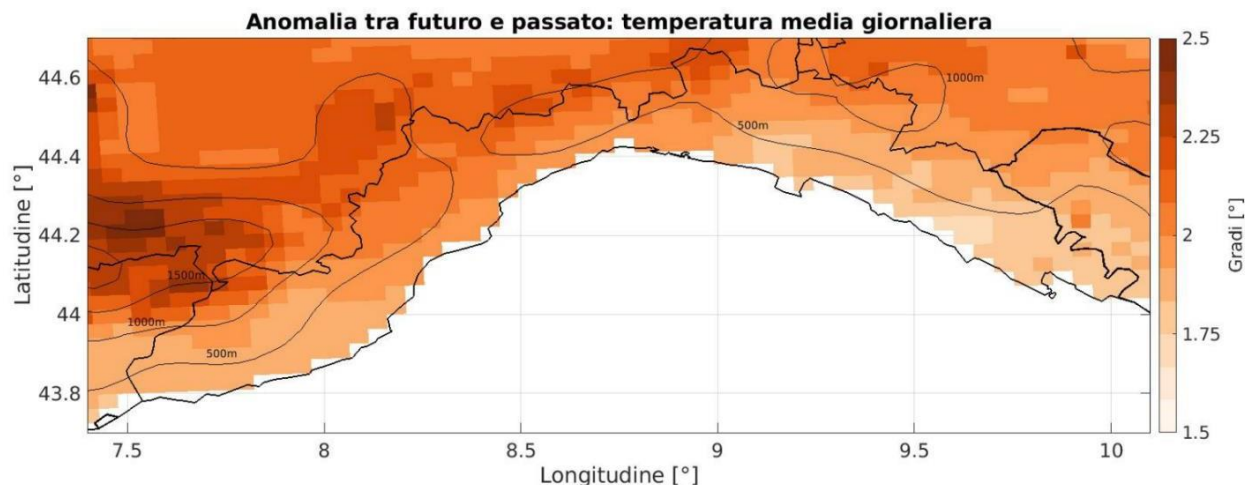
Figura 17: " Come in figura 3.14, per lo scenario RCP8.5)" [Fonte: Fonte: ISPRA, *Clima futuro in Italia*]

Nel corso del 2021, ripetute onde di calore hanno investito l'Italia nei mesi estivi, la più intensa si è verificata la seconda settimana di agosto, quando a Siracusa sono stati registrati 48.8°C: record europeo se confermato dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale. Il segnale climatico conferma la tendenza all'aumento della temperatura: a partire dal 2000 le anomalie rispetto alla base climatologica 1991-2020 sono state sempre positive ad eccezione di quattro anni (2004, 2005, 2010 e 2013); il 2021 è stato l'ottavo anno consecutivo con anomalia positiva rispetto alla norma. All'anomalia positiva della temperatura media annuale del 2021 ha contribuito in maniera più marcata l'estate, che con un'anomalia di +1.02°C si colloca al sesto posto della serie dal 1961.

In particolare il 14 Agosto 2021, in Liguria a Riccò del Golfo (SP, 150 m slm), è stata registrata la temperatura massima assoluta regionale dell'anno, pari a 41.6°C, valore del tutto inusuale per questa regione. Dallo studio dell'anomalia della temperatura media giornaliera, si nota come il riscaldamento è previsto in futuro essere maggiore, più forte a quote elevate, fenomeno già ampiamente studiato e in continuo studio chiamato "Elevation Dependent Warming" (EDW) ben visibile in questo lavoro grazie alla

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	70 / 74

fine risoluzione spaziale adottata. Inoltre si nota come nel Ponente ligure il riscaldamento medio sembra essere più importante rispetto alla riviera di Levante:



*Figura 18: Differenza tra la simulazione futura e storica della media della variabile temperatura a due metri dal suolo. In figura sono rappresentate le isolinee dell'altitudine a 500m, 1000m e 1500m. [Fonte: Regione Liguria "Percorso di costruzione della strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici"]*

Studiando stagionalmente la variazione di temperatura si nota come la maggior variazione prevista sia presente durante la stagione invernale (Dicembre, Gennaio, Febbraio) alle alte quote, mentre le altre stagioni mostrano una minor variazione tra futuro e storico. Durante le stagioni autunno ed estate, è possibile notare un gradiente di variazione tra il Ponente e il Levante ligure:

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	71 / 74

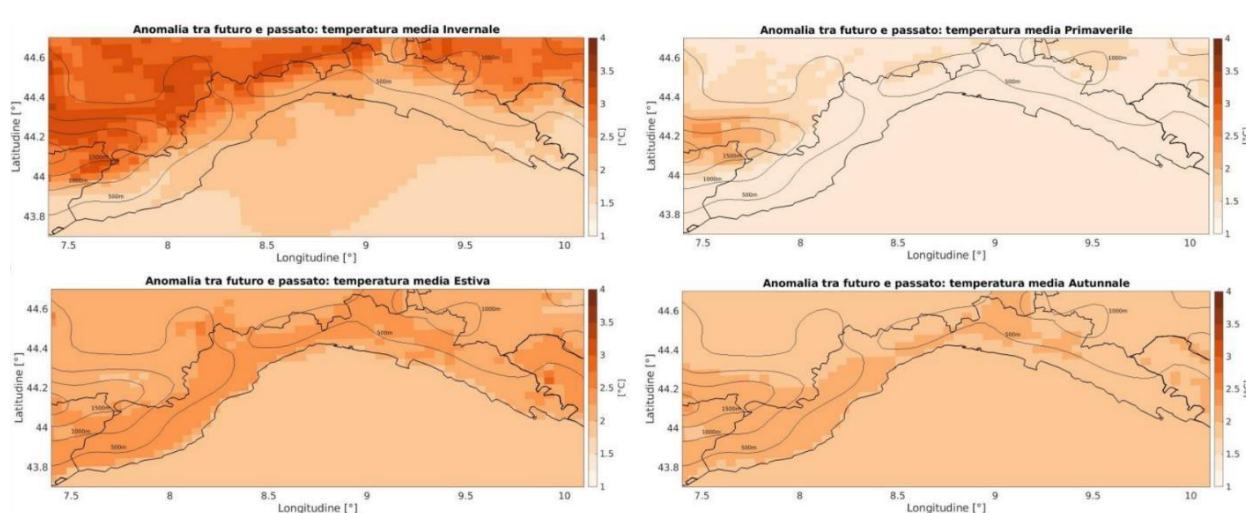


Figura 19: Differenza tra la simulazione futura e storica della media stagionale della temperatura a due metri dal suolo. In figura sono rappresentate le isolinee dell'altitudine a 500m, 1000m e 1500m. [Fonte: Regione Liguria "Percorso di costruzione della strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici"]

Le temperature mostrano come le alte quote dovrebbero in futuro risentire maggiormente del cambiamento climatico, con una generale diminuzione delle nevicate annuali. Inoltre è interessante notare come la variazione di temperatura tra dataset futuro e storico mostri una differenza tra Ponente e Levante; infatti il Ponente Ligure sembra poter essere soggetto in futuro ad una maggior variazione di temperatura rispetto all'area relativa al Levante Ligure.

In conclusione per quanto riguarda la temperatura, i modelli concordano nel prevedere un aumento piuttosto costante nel tempo, di entità all'incirca doppia nello scenario RCP8.5 rispetto all' RCP4.5. Nel corso di un secolo i quattro modelli prevedono un aumento della temperatura media in Italia compreso tra 1.8 e 3.1°C (media d'insieme 2.5°C) nello scenario RCP4.5 e tra 3.5 e 5.4°C nello scenario RCP8.5 (media d'insieme 4.4°C). Il previsto aumento della temperatura media è attribuibile in modo più o meno equivalente sia all'aumento delle temperature massime diurne che delle temperature minime notturne. L'aumento più marcato della temperatura media si prevede nella stagione estiva, con variazioni in un secolo comprese tra 2.5 e 3.6°C nello scenario RCP4.5 e tra 4.2 e 7.0°C nello scenario RCP8.5. Questo aumento della temperatura legato a periodi di siccità, soprattutto nel periodo estivo, potrebbero causare degli incendi nel parco lineare. Come già segnalato nella "Relazione Tecnico Illustrativa" di progetto si utilizzerà una vegetazione bassa, autoctona e resistente agli

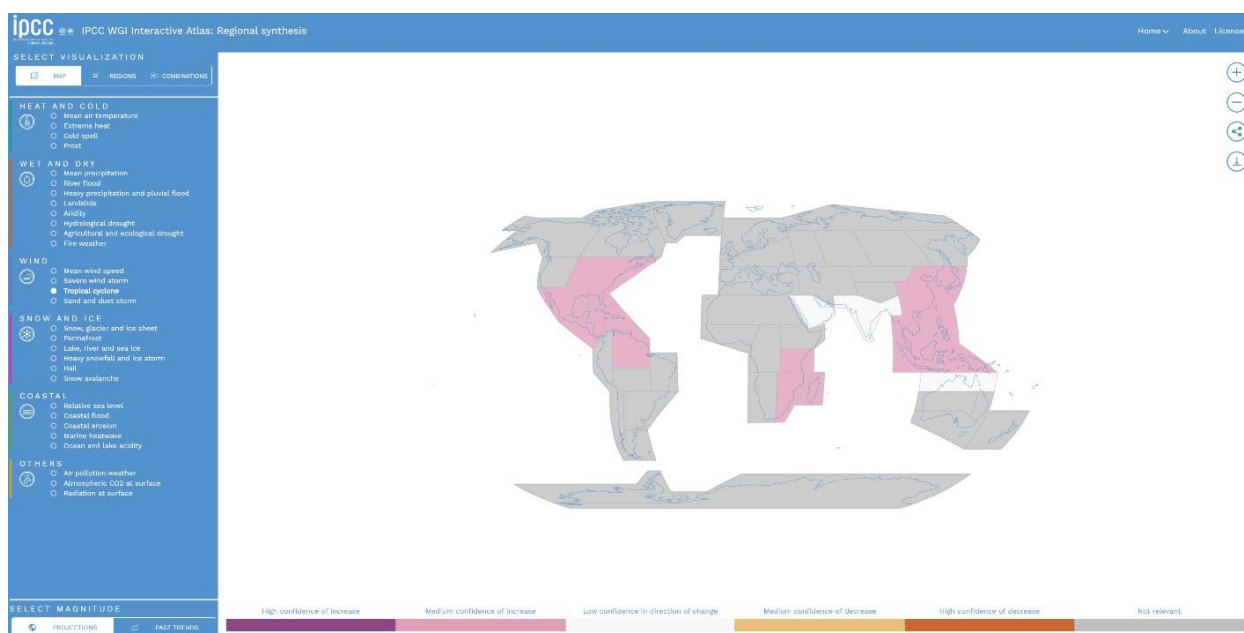
Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	72 / 74

agenti atmosferici. Inoltre, si conferma che il materiale proposto per la realizzazione sia della pista ciclabile BIOSTRASSE che per i percorsi pedonali MASSELLI AUTOBLOCCANTI TIPO RECORD può resistere alle possibili ondate di calore.

### 11.1.3 Venti

Molti cambiamenti nel sistema climatico diventano più forti in relazione diretta all'aumento del riscaldamento globale. Questi includono l'aumento della frequenza e dell'intensità degli estremi caldi, delle ondate di calore marine, delle forti precipitazioni, della siccità agricola ed ecologica in alcune regioni, della proporzione di cicloni tropicali intensi, della riduzione del ghiaccio marino artico, della copertura nevosa e del permafrost.

Non essendo disponibili degli studi circa le proiezioni di possibili trombe d'aria, uragani, cicloni, tornado specifici dell'area d'interesse dell'iniziativa, viene riportata una simulazione, sviluppata seguendo lo strumento fornito dall'IPPC, rispetto alle proiezioni dei cicloni tropicali a livello globale. Nonostante si evidenzia una confidenza che la proporzione di cicloni tropicali intensi e le velocità del vento di picco dei cicloni più intensi aumenteranno su scala globale, la proiezione sulle probabilità di cicloni tropicali nella zona di interesse del progetto ovvero nell'area del Mediterraneo, risulta essere “non rilevante”.



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	73 / 74

Figura 20: IPCC, scenario futuro circa il livello di confidenza del verificarsi di “Tropical cyclone” a livello Globale. [Fonte: Regione Liguria

“Percorso di costruzione della strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici”]

Nella simulazione sotto raffigurata viene evidenziato dall’IPCC come ci sia una certa confidenza sul fatto che i fenomeni di tempeste di vento forte possano aumentare nell’area del Mediterraneo (zona colorata di rosa nell’immagine):

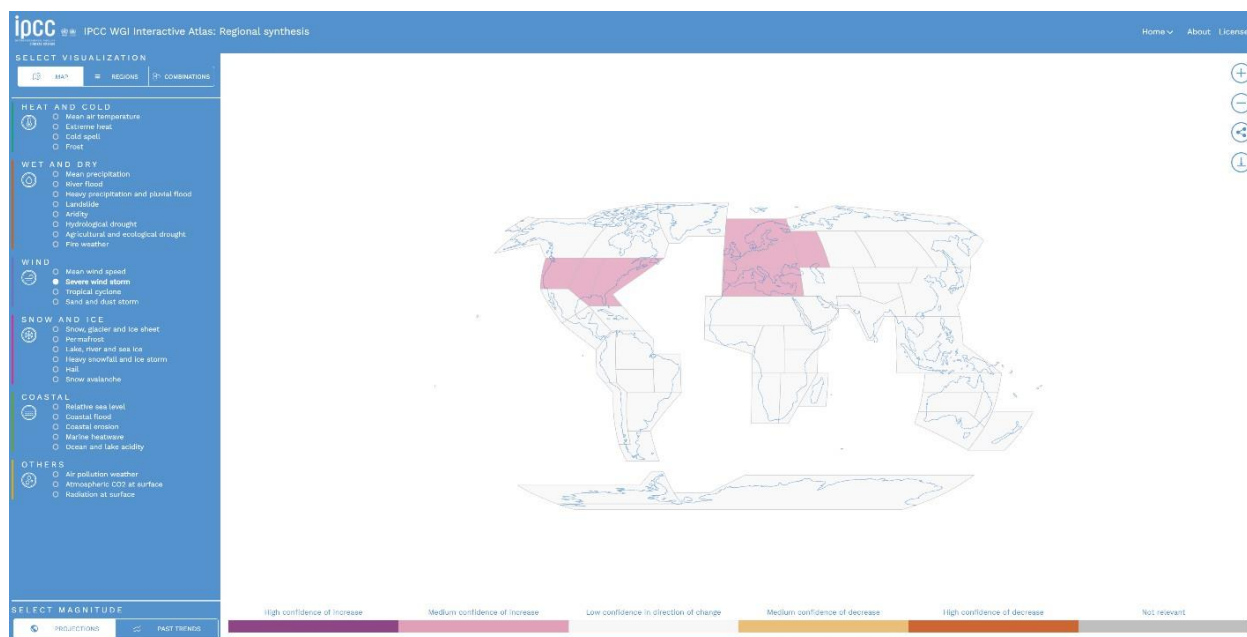


Figura 21 - IPCC, scenario futuro circa il livello di confidenza del verificarsi di “Severe Wind Storm” a livello Globale

L’IPCC non riporta nella definizione di “severe wind storm” la quantificazione in m/s della velocità del vento. “Severe wind storm” viene definita come una tempesta di forti venti associati ad intense tempeste che possono radere al suolo alberi e case. In particolare, forti tempeste possono minacciare infrastrutture energetiche e provocare la rottura delle linee di trasmissione elettrica. Volendo definire in termini di m/s una “severe wind storm” possiamo prendere a riferimento la definizione del “The National Weather Service

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
22/02/2024	<b>Amb_R_01_Relazione specialistica DNHS</b>	01	74 / 74

(NWS)” ovvero l'agenzia governativa statunitense che si occupa delle previsioni meteorologiche fondata nel 1890 come United States Weather Bureau. Il NWS suggerisce di definire una tempesta come severa nel momento in cui le raffiche superano i 26 m/s.

L'area del progetto è esposta a notevoli venti provenienti dai quadranti meridionali (da sudest a sudovest, venti di scirocco e libeccio) e settentrionali (in prevalenza da nordovest - vento di tramontana). Di conseguenza per il progetto sono previste specie arbustiformi tipiche della costa ligure e resilienti rispetto agli eventi atmosferici ventosi anche di forte intensità e alberature con opportuni sistemi di ancoraggio sotterraneo.

02	07/03/2023	RECEPIMENTO RICHIESTE STAZIONE APPALTANTE				
01	09/02/2024	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI STAZIONE APPALTANTE E VERIFICATORI				
00	18/12/2023	PRIMA EMISSIONE				
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Controllato (progettista)	Verificato (resp. Ufficio)	Approvato (Direttore)

# COMUNE DI GENOVA

Direzione di Area Infrastrutture Opere Pubbliche  
**PROGETTAZIONE**

Dirigente Responsabile

**Arch. Giuseppe CARDONA**

Comittente **ASSESSORATO BILANCIO, LAVORI PUBBLICI,  
OPERE STRATEGICHE INFRASTRUTTURALI, RAPPORTI CON I MUNICIPI**

Codice Progetto **09.28.02**

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE **Arch. Giacomo GALLARATI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO **Arch. Giuseppe CARDONA**

MANDATARIA /CAPOGRUPPO  
Progettazione paesaggistica e sicurezza  
**StudioSilva S.r.l.**  
Via Mazzini 9/2 40137 Bologna  
phone: +39 051 6360417



e-mail: info@studiosilva.it  
web: www.studiosilva.it

MANDANTI:  
Progettazione architettonica  
**Arch. Dong Sub Bertin - DSB landscape** **DSB landscape**  
Via privata A. Carocanino 3, 20131 Milano  
phone: +39 02 2500672

e-mail: info@dsb-la.it  
web: www.dsb-la.it

Progettazione strutturale, viabilità e impiantistica

**StudioSPS S.r.l.**

Via Roma 9, Vimodrone (MI)  
phone: +39 02 2500672

**STUDIO SPS**

e-mail: info@studiosps.it  
web: www.studiosps.it

Elaborazione BIM

**Y.U.PPIES' SERVICES S.r.l.**

Via Pescaia n. 315, Modena  
phone: +39 059 282727

**YUPIES SERVICES**

e-mail: yuppies@yuppies.it  
web: www.yuppies.it

Geologia

**Geol. Paolo Peirone**

Via Barnili 4/1, Savona  
phone: +39 347 2764854



e-mail: paolopeirone@statolimit.it

Consulente per la progettazione stradale

**Ing. Omar Bodrito**

Via Moncenisio 39, 10093 Collegno (TO)  
phone: +39 011 5826155

**Ingegneria.Consulenza.Servizi**

e-mail: obx@ob-x.it  
web: www.ob-x.it

IMPRESA ESECUTRICE



**TECNOTATTI**  
Via Borzoli 22B, 16153 Genova  
amministrazione@tecnotatti.it  
t. 010.8680201

IMPRESA AFFIDATARIA



**CMCI S.c.a.r.l. CONSORZIO STABILE**  
Via Di Cretpo 21, 16165 Genova  
info@cmci-italia.it t. 010.8684657



Finanziato dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MINISTERO DELL'INTERNO



**GENOVA CITTÀ METROPOLITANA**  
PIANO URBANO INTEGRATO

P.N.R.R. - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.2

Intervento/Opera

**LUNGOMARE CANEPA - Nuovo parco urbano lineare**

Oggetto della Tavola

Elenco elaborati

Livello Progettazione

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GENERALE**

Codice MOGE

**20996**

Codice CUP

**B32H22002310006**

Codice identificativo tavola

Municipio	Centro Ovest	II
Quartiere	SAMPIERDARENA	9
N° progr. tav.	N° tot. tav.	
Scala	Data	
	18/12/2023	

Tavola n°  
**R01  
E-Gen**

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	E_Gen_R_01 Elenco elaborati	2	1 di 5

**TITOLO LUNGOMARE CANEPA – NUOVO PARCO URBANO LINEARE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**ELENCO ELABORATI**

**N. 2023\_064**

**Coordinamento: Dott. For Marco Sassatelli**

Serie: PROGETTO ARCHITETTONICO (Ar)											Codifica	Codifica
N. Rif. Elaborato (=codifica file)											file	elaborato
Codice comm.	Liv. prog.	Ser.	Tip.	Num.	Rev.	Formato	Titolo Elaborato	REV 0	REV 1	REV 2		
2023_064	E	Ar	R	1	1	A4	Relazione tecnica architettonica	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_R_01_01	E_Ar_R_01
2023_064	E	Ar	R	2	1	A4	Relazione abbattimento barriere architettoniche	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_R_02_01	E_Ar_R_02
2023_064	E	Ar	R	3	1	A4	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_R_03_01	E_Ar_R_03
2023_064	E	Ar	T	1	0	A0	Inquadramento urbanistico	18/12/2023			E_Ar_T_01_00	E_Ar_T_01
2023_064	E	Ar	T	2	0	A0	Inquadramento urbanistico	18/12/2023			E_Ar_T_02_00	E_Ar_T_02
2023_064	E	Ar	T	3	0	A0	Inquadramento urbanistico	18/12/2023			E_Ar_T_03_00	E_Ar_T_03
2023_064	E	Ar	T	4	0	A0	Ambito urbano: Viabilità Percorsi ciclabili	18/12/2023			E_Ar_T_04_00	E_Ar_T_04
2023_064	E	Ar	T	6	0	A0	STATO DI FATTO: planimetria	18/12/2023			E_Ar_T_06_00	E_Ar_T_06
2023_064	E	Ar	T	7	0	A0	STATO DI FATTO: sezioni trasversali	18/12/2023			E_Ar_T_07_00	E_Ar_T_07
2023_064	E	Ar	T	8	0	A0	STATO DI FATTO: sezioni trasversali	18/12/2023			E_Ar_T_08_00	E_Ar_T_08
2023_064	E	Ar	T	9	0	A0	STATO DI FATTO: sezioni trasversali	18/12/2023			E_Ar_T_09_00	E_Ar_T_09
2023_064	E	Ar	T	10	0	A0	STATO DI FATTO: sezioni trasversali	18/12/2023			E_Ar_T_010_00	E_Ar_T_010
2023_064	E	Ar	T	11	0	A0	STATO DI FATTO: sezioni trasversali	18/12/2023			E_Ar_T_011_00	E_Ar_T_011
2023_064	E	Ar	T	12	1	A0	PROGETTO: planimetria generale	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_012_01	E_Ar_T_012
2023_064	E	Ar	T	13	1	A0	PROGETTO: sezioni trasversali	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_013_01	E_Ar_T_013
2023_064	E	Ar	T	14	1	A0	PROGETTO: sezioni trasversali	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_014_01	E_Ar_T_014
2023_064	E	Ar	T	15	1	A0	PROGETTO: sezioni trasversali	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_015_01	E_Ar_T_015
2023_064	E	Ar	T	16	1	A0	PROGETTO: sezioni trasversali	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_016_01	E_Ar_T_016
2023_064	E	Ar	T	17	1	A0	PROGETTO: sezioni trasversali	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_017_01	E_Ar_T_017
2023_064	E	Ar	T	18	1	A0	CONFRONTO: planimetria	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_018_01	E_Ar_T_018
2023_064	E	Ar	T	19	1	A0	CONFRONTO: sezioni trasversali	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_019_01	E_Ar_T_019
2023_064	E	Ar	T	20	1	A0	CONFRONTO: sezioni trasversali	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_020_01	E_Ar_T_020
2023_064	E	Ar	T	21	1	A0	CONFRONTO: sezioni trasversali	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_021_01	E_Ar_T_021
2023_064	E	Ar	T	22	1	A0	CONFRONTO: sezioni trasversali	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_022_01	E_Ar_T_022
2023_064	E	Ar	T	23	1	A0	CONFRONTO: sezioni trasversali	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_023_01	E_Ar_T_023
2023_064	E	Ar	T	24	1	A0	PROGETTO: planimetria pavimentazioni	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_024_01	E_Ar_T_024
2023_064	E	Ar	T	25	1	A0	PROGETTO: dettagli pavimentazioni	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_025_01	E_Ar_T_025
2023_064	E	Ar	T	26	1	A0	PROGETTO: planimetria muri e parapetti	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_026_01	E_Ar_T_026
2023_064	E	Ar	T	27	1	A0	PROGETTO: Planimetria abbattimento barriere architettoniche	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_027_01	E_Ar_T_027
2023_064	E	Ar	T	28	1	A0	PROGETTO: Planimetria corpi illuminanti	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_028_01	E_Ar_T_028



Intervento / Opera										
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>										
Data	N° Documento – Titolo Documento								Revisione	Pagina
07/03/2024	E_Gen_R_01 Elenco elaborati								2	2 di 5

2023_064	E	Ar	T	29	1	A1	PROGETTO: planimetria arredo	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_029_01	E_Ar_T_029
2023_064	E	Ar	T	30	0	A1	PROGETTO: particolari arredi	18/12/2023			E_Ar_T_030_00	E_Ar_T_030
2023_064	E	Ar	T	31a	0	A0	PROGETTO: dettagli percorso	18/12/2023			E_Ar_T_031a_00	E_Ar_T_031a
2023_064	E	Ar	T	31b	0	A0	PROGETTO: dettagli percorso	18/12/2023			E_Ar_T_031b_00	E_Ar_T_031b
2023_064	E	Ar	T	32	1	A1	PROGETTO: piazza Palazzina Bertorello	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_032_01	E_Ar_T_032
2023_064	E	Ar	T	33	1	A0	PROGETTO: piazza Minolli	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_033_01	E_Ar_T_033
2023_064	E	Ar	T	34	1	A0	PROGETTO: piazza Magazzini del Sale	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_034_01	E_Ar_T_034
2023_064	E	Ar	T	35	1	A1	PROGETTO: aree pedonali da civ. 28 a civ. 34	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_035_01	E_Ar_T_035
2023_064	E	Ar	T	36	1	A1	PROGETTO: planimetria a supporto CME - scavi	18/12/2023	9/2/2024		E_Ar_T_036_01	E_Ar_T_036
2023_064	E	Ar	T	37	0	A1	PROGETTO: Soluzione alternativa connessione ciclabile - Nodo San Benigno	9/2/2024			E_Ar_T_037_00	E_Ar_T_037
<b>Serie: ASPETTI GEOLOGICI E AMBIENTALI (Geo)</b>												
<b>N.</b>	<b>Rif. Elaborato (=codifica file)</b>						<b>Titolo Elaborato</b>					
	<b>Codice comm.</b>	<b>Liv. prog.</b>	<b>Ser.</b>	<b>Tip.</b>	<b>Num.</b>	<b>Rev.</b>	<b>Formato</b>	<b>REV 0</b>	<b>REV 1</b>	<b>REV 2</b>		
	2023_064	E	Geo	R	1	0		18/12/2023			E_Geo_R_01_00	E_Geo_R_01
	2023_064	E	Geo	R	2	0		18/12/2023			E_Geo_R_02_00	E_Geo_R_02
	2023_064	E	Geo	R	3	0		18/12/2023			E_Geo_R_03_00	E_Geo_R_03
	2023_064	E	Geo	R	4	1	A4	18/12/2023	9/2/2024		E_Geo_R_04_01	E_Geo_R_04
	2023_064	E	Geo	T	1	0		18/12/2023			E_Geo_T_01_00	E_Geo_T_01
	2023_064	E	Geo	T	2	0		18/12/2023			E_Geo_T_02_00	E_Geo_T_02
	2023_064	E	Geo	T	3	0		18/12/2023			E_Geo_T_03_00	E_Geo_T_03
<b>Serie: STRUTTURE (St)</b>												
<b>N.</b>	<b>Rif. Elaborato (=codifica file)</b>						<b>Titolo Elaborato</b>					
	<b>Codice comm.</b>	<b>Liv. prog.</b>	<b>Ser.</b>	<b>Tip.</b>	<b>Num.</b>	<b>Rev.</b>	<b>Formato</b>	<b>REV 0</b>	<b>REV 1</b>	<b>REV 2</b>		
	2023_064	E	St	R	1	0		18/12/2023			E_St_R_01_00	E_St_R_01
	2023_064	E	St	R	2	1		18/12/2023	9/2/2024		E_St_R_02_01	E_St_R_02
	2023_064	E	St	T	1	0		18/12/2023			E_St_T_01_00	E_St_T_01
	2023_064	E	St	T	2	0		18/12/2023			E_St_T_02_00	E_St_T_02
	2023_064	E	St	T	3	0		18/12/2023			E_St_T_03_00	E_St_T_03
	2023_064	E	St	T	4	0		18/12/2023			E_St_T_04_00	E_St_T_04
	2023_064	E	St	T	5	0		18/12/2023			E_St_T_05_00	E_St_T_05
<b>Serie: IMPIANTI TECNOLOGICI E RETI (Ie: impianti elettrici – Im: impianti meccanici – It: impianti tecnologici)</b>												
<b>N.</b>	<b>Rif. Elaborato (=codifica file)</b>						<b>Titolo Elaborato</b>					
	<b>Codice comm.</b>	<b>Liv. prog.</b>	<b>Ser.</b>	<b>Tip.</b>	<b>Num.</b>	<b>Rev.</b>	<b>Formato</b>	<b>REV 0</b>	<b>REV 1</b>	<b>REV 2</b>		
	2023_064	E	Ie	R	1	1	A4	18/12/2023	9/2/2024		E_Ie_R_01_01	E_Ie_R_01
	2023_064	E	Ie	R	2	0	A4	18/12/2023			E_Ie_R_02_00	E_Ie_R_02
	2023_064	E	Ie	R	3	1	A4	18/12/2023	9/2/2024		E_Ie_R_03_01	E_Ie_R_03
	2023_064	E	Ie	T	1	0	A2	18/12/2023			E_Ie_T_01_00	E_Ie_T_01
	2023_064	E	Ie	T	2	0	A4	18/12/2023			E_Ie_T_02_00	E_Ie_T_02

Intervento / Opera										
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>										
Data	N° Documento – Titolo Documento								Revisione	Pagina
07/03/2024	E_Gen_R_01 Elenco elaborati								2	3 di 5

2023_064	E	le	T	3	0	A4	Schema quadro alimentazione ausiliari QAUX	18/12/2023			E_le_T_03_00	E_le_T_03
2023_064	E	le	T	4	0	A1+	Planimetria rilievo topografico stato attuale	18/12/2023			E_le_T_04_00	E_le_T_04
2023_064	E	le	T	5	1	A1+	Planimetria generale – Impianti Illuminazione pubblica lato ponente	18/12/2023	9/2/2024		E_le_T_05_01	E_le_T_05
2023_064	E	le	T	6	1	A1+	Planimetria generale – Impianti illuminazione pubblica lato levante	18/12/2023	9/2/2024		E_le_T_06_01	E_le_T_06
2023_064	E	le	T	7	0	A2+	Particolari costruttivi impianti illuminazione Pubblica	18/12/2023			E_le_T_07_00	E_le_T_07
2023_064	E	Im	R	1	0	A4	Relazione tecnica specialistica impianti meccanici	18/12/2023			E_Im_R_01_00	E_Im_R_01
2023_064	E	Im	R	2	1	A4	Piano di manutenzione Impianti Meccanici	18/12/2023	9/2/2024		E_Im_R_02_01	E_Im_R_02
2023_064	E	Im	T	1	1		Planimetria impianti di adduzione acqua	18/12/2023	9/2/2024		E_Im_T_01_01	E_Im_T_01
2023_064	E	Im	T	2	1		Planimetria reti di smaltimento acqua meteoriche	18/12/2023	9/2/2024		E_Im_T_02_01	E_Im_T_02
2023_064	E	Im	T	3	0		Particolari costruttivi	18/12/2023			E_Im_T_03_00	E_Im_T_03
2023_064	E	Im	T	4	1		Particolari impianto di irrigazione	18/12/2023	9/2/2024		E_Im_T_04_01	E_Im_T_04
2023_064	E	It	T	1	0		Planimetria sottoservizi esistenti – E Distribuzione Terna	18/12/2023			E_It_T_01_00	E_It_T_01
2023_064	E	It	T	2	0		IREN Teleriscaldamento	18/12/2023			E_It_T_02_00	E_It_T_02
2023_064	E	It	T	3	0		Planimetria sottoservizi esistenti - IReti	18/12/2023			E_It_T_03_00	E_It_T_03
2023_064	E	It	T	4	0		Planimetria sottoservizi esistenti - Smaltimenti	18/12/2023			E_It_T_04_00	E_It_T_04
<b>Serie: PROGETTO VEGETAZIONALE (ve)</b>												
<b>N.</b>	<b>Rif. Elaborato (=codifica file)</b>						<b>Titolo Elaborato</b>					
	<b>Codice comm.</b>	<b>Liv. prog.</b>	<b>Ser.</b>	<b>Tip.</b>	<b>Num.</b>	<b>Rev.</b>	<b>Formato</b>	<b>REV 0</b>	<b>REV 1</b>	<b>REV 2</b>		
	2023_064	E	Ve	R	1	1	A4	18/12/2023	9/2/2024		E_Ve_R_01_01	E_Ve_R_01
	2023_064	E	Ve	R	2	0	A4	18/12/2023			E_Ve_R_02_00	E_Ve_R_02
	2023_064	E	Ve	T	1	1	A0	18/12/2023	9/2/2024		E_Ve_T_01_01	E_Ve_T_01
	2023_064	E	Ve	T	2	1	A0	18/12/2023	9/2/2024		E_Ve_T_02_01	E_Ve_T_02
<b>Serie: RELAZIONI SPECIALISTICHE/ TRASPORTISTICA/STRADALE (Tr)</b>												
<b>N.</b>	<b>Rif. Elaborato (=codifica file)</b>						<b>Titolo Elaborato</b>					
	<b>Codice comm.</b>	<b>Liv. prog.</b>	<b>Ser.</b>	<b>Tip.</b>	<b>Num.</b>	<b>Rev.</b>	<b>Formato</b>	<b>REV 0</b>	<b>REV 1</b>	<b>REV 2</b>		
	2023_064	E	Tr	R	1	1	A4	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_R_01_01	E_Tr_R_01
	2023_064	E	Tr	R	2	0	A4	18/12/2023			E_Tr_R_02_00	E_Tr_R_02
	2023_064	E	Tr	R	3	0	A0	18/12/2023			E_Tr_R_03_00	E_Tr_R_03
	2023_064	E	Tr	T	1	1	A0+1	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_01_01	E_Tr_T_01
	2023_064	E	Tr	T	2.1	1	A0	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_02.1_01	E_Tr_T_02.1
	2023_064	E	Tr	T	2.2	1	A0	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_02.2_01	E_Tr_T_02.2
	2023_064	E	Tr	T	2.3	1	A0	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_02.3_01	E_Tr_T_02.3
	2023_064	E	Tr	T	2.4	1	A0	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_02.4_01	E_Tr_T_02.4
	2023_064	E	Tr	T	2.5	1	A0	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_02.5_01	E_Tr_T_02.5
	2023_064	E	Tr	T	2.6	1	A0	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_02.6_01	E_Tr_T_02.6
	2023_064	E	Tr	T	2.7	1	A0	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_02.7_01	E_Tr_T_02.7
	2023_064	E	Tr	T	3	0	A0	18/12/2023			E_Tr_T_03_00	E_Tr_T_03

Intervento / Opera												
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>												
Data	N° Documento – Titolo Documento										Revisione	Pagina
07/03/2024	E_Gen_R_01 Elenco elaborati										2	4 di 5

2023_064	E	Tr	T	4	1	A0	Planimetria opere stradali	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_04_01	E_Tr_T_04		
2023_064	E	Tr	T	5	1	A0	Planimetria sistemi di ritenuta	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_05_01	E_Tr_T_05		
2023_064	E	Tr	T	6.1	0	A0	Particolari opere stradali	18/12/2023			E_Tr_T_06.1_00	E_Tr_T_06.1		
2023_064	E	Tr	T	6.2	0	A0	Particolari opere stradali	18/12/2023			E_Tr_T_06.2_00	E_Tr_T_06.2		
2023_064	E	Tr	T	7	1	A0	Planimetria di tracciamento	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_07_01	E_Tr_T_07		
2023_064	E	Tr	T	8	1	A0	Planimetria segnaletica stradale	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_08_01	E_Tr_T_08		
2023_064	E	Tr	T	9	1	A0	Planimetria confronto stato di fatto-progetto	18/12/2023	9/2/2024		E_Tr_T_09_01	E_Tr_T_09		
<b>Serie: SICUREZZA CANTIERE (Sic)</b>														
<b>N.</b>	<b>Rif. Elaborato (=codifica file)</b>						<b>Titolo Elaborato</b>							
	<b>Codice comm.</b>	<b>Liv. prog.</b>	<b>Ser.</b>	<b>Tip.</b>	<b>Num.</b>	<b>Rev.</b>	<b>Formato</b>		<b>REV 0</b>	<b>REV 1</b>	<b>REV 2</b>			
	2023_064	E	Sic	R	1	0	A4	Fasi cantierizzazione: relazione tecnica	18/12/2023			E_Sic_R_01_00	E_Sic_R_01	
	2023_064	E	Sic	R	2	1	A4	Piano di sicurezza e coordinamento	18/12/2023	9/2/2024		E_Sic_R_02_01	E_Sic_R_02	
	2023_064	E	Sic	R	3	2	A4	Computo metrico estimativo: oneri sicurezza	18/12/2023	9/2/2024	7/3/2024	E_Sic_R_03_02	E_Sic_R_03	
	2023_064	E	Sic	R	4	0	A4	Fascicolo dell'opera	18/12/2023			E_Sic_R_04_00	E_Sic_R_04	
	2023_064	E	Sic	R	5	1	A4	Cronoprogramma	18/12/2023	7/3/2024		E_Sic_R_05_01	E_Sic_R_05	
	2023_064	E	Sic	R	6	0	A4	Fasi cantierizzazione: sezione tipo sulle carreggiate	18/12/2023			E_Sic_R_06_00	E_Sic_R_06	
	2023_064	E	Sic	R	7	0	A4	Elenco prezzi: oneri sicurezza	9/2/2024			E_Sic_R_07_00	E_Sic_R_07	
	2023_064	E	Sic	R	8	0	A4	Analisi Prezzi: oneri sicurezza	9/2/2024			E_Sic_R_08_00	E_Sic_R_08	
	2023_064	E	Sic	T	1	0		Fasi cantierizzazione: viabilità provvisoria fase 0	18/12/2023			E_Sic_T_01_00	E_Sic_T_01	
	2023_064	E	Sic	T	2	1		Fasi cantierizzazione: viabilità provvisoria fase 1	18/12/2023	9/2/2024		E_Sic_T_02_01	E_Sic_T_02	
	2023_064	E	Sic	T	3	1		Fasi cantierizzazione: viabilità provvisoria fase 2	18/12/2023	9/2/2024		E_Sic_T_03_01	E_Sic_T_03	
	2023_064	E	Sic	T	4	1		Fasi cantierizzazione: viabilità provvisoria fase 3	18/12/2023	9/2/2024		E_Sic_T_04_01	E_Sic_T_04	
	2023_064	E	Sic	T	5	1		Fasi cantierizzazione: viabilità provvisoria fase 4	18/12/2023	9/2/2024		E_Sic_T_05_01	E_Sic_T_05	
<b>Serie: PROGETTO DNSH (Amb)</b>														
<b>N.</b>	<b>Rif. Elaborato (=codifica file)</b>						<b>Titolo Elaborato</b>							
	<b>Codice comm.</b>	<b>Liv. prog.</b>	<b>Ser.</b>	<b>Tip.</b>	<b>Num.</b>	<b>Rev.</b>	<b>Formato</b>		<b>REV 0</b>	<b>REV 1</b>	<b>REV 2</b>			
	2023_064	E	Amb	R	1	1	A4	Relazione specialistica DNSH	18/12/2023	7/3/2024		E_Amb_R_01_01	E_Amb_R_01	
	2023_064	E	Amb	R	2	0	A4	Relazione sui CAM	18/12/2023			E_Amb_R_02_00	E_Amb_R_02	
<b>Serie: GENERALE (Gen)</b>														
<b>N.</b>	<b>Rif. Elaborato (=codifica file)</b>						<b>Titolo Elaborato</b>							
	<b>Codice comm.</b>	<b>Liv. prog.</b>	<b>Ser.</b>	<b>Tip.</b>	<b>Num.</b>	<b>Rev.</b>	<b>Formato</b>		<b>REV 0</b>	<b>REV 1</b>	<b>REV 2</b>			
	2023_064	E	Gen	R	1	2	A4	Elenco elaborati	18/12/2023	9/2/2024	7/3/2024	E_Gen_R_01_02	E_Gen_R_01	
	2023_064	E	Gen	R	2	1	A4	Relazione generale	18/12/2023	9/2/2024		E_Gen_R_02_01	E_Gen_R_02	
	2023_064	E	Gen	R	3	0	A4	Relazione sulle interferenze	18/12/2023			E_Gen_R_03_00	E_Gen_R_03	
	2023_064	E	Gen	R	4	1	A4	Quadro economico	18/12/2023	9/2/2024	7/3/2024	E_Gen_R_04_01	E_Gen_R_04	
	2023_064	E	Gen	R	5	1	A4	Computo metrico estimativo	18/12/2023	9/2/2024		E_Gen_R_05_01	E_Gen_R_05	
	2023_064	E	Gen	R	5a	0	A4	Allegato-Computo metrico verifiche e prove di laboratorio	7/3/2024			E_Gen_R_05a_00	E_Gen_R_05a	
	2023_064	E	Gen	R	6	1	A4	Elenco Prezzi	18/12/2023	9/2/2024		E_Gen_R_06_01	E_Gen_R_06	
	2023_064	E	Gen	R	6a	0	A4	Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio	7/3/2024			E_Gen_R_06a_00	E_Gen_R_06a	

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento		Revisione
07/03/2024	E_Gen_R_01 Elenco elaborati		2
			Pagina
			5 di 5

2023_064	E	Gen	R	7	1	A4	Analisi Prezzi	18/12/2023	9/2/2024		E_Gen_R_07_01	E_Gen_R_07
2023_064	E	Gen	R	8	1	A4	Cronoprogramma	18/12/2023	7/3/2024		E_Gen_R_08_01	E_Gen_R_08
2023_064	E	Gen	R	9	1	A4	Stima incidenza della manodopera	18/12/2023	9/2/2024		E_Gen_R_09_01	E_Gen_R_09
2023_064	E	Gen	R	10	2	A4	Capitolato speciale di appalto parte tecnica	18/12/2023	9/2/2024	7/3/2024	E_Gen_R_10_02	E_Gen_R_10
2023_064	E	Gen	R	11	1	A4	Piano di Gestione Informativa	18/12/2023	9/2/2024		E_Gen_R_11_01	E_Gen_R_11
2023_064	E	Gen	R	12	1	A4	Computo metrico delle migliorie	9/2/2024	7/3/2024		E_Gen_R_12_01	E_Gen_R_12
2023_064	E	Gen	R	13	0	A4	Quadro di raffronto	9/2/2024			E_Gen_R_13_00	E_Gen_R_13
2023_064	E	Gen	R	14	0	A4	Elenco nuovi prezzi di progetto	9/2/2024			E_Gen_R_14_00	E_Gen_R_14
2023_064	E	Gen	R	15	0	A4	Relazione generale descrittiva delle opere di variante	9/2/2024			E_Gen_R_15_00	E_Gen_R_15

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	E_Gen_R_04 Quadro economico	2	-

## QUADRO ECONOMICO DI SPESA - PROGETTO ESECUTIVO

ai sensi Art. 42 / DPR 207/2010

		Importo dei lavori	
		€	€
<b>A. IMPORTO PER LAVORI</b>	<b>A.1</b>	Lavori a misura	€ 2 515 527,16
		Lavori a corpo (IVA 10%)	€ 7 996 081,03
		Lavori a corpo (IVA 4%)	€ 72 383,55
		Prove e sondaggi (a misura e IVA 22%)	€ 105 204,31
		Importo lavori migliorie offerte in fase di gara	-€ 147 044,15
		<b>Totale importo lavori al netto del ribasso</b>	<b>€ 10 542 151,90</b>
	<b>A.2</b>	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso	€ 782 786,91
			<b>€ 782 786,91</b>
	<b>A.3</b>	Lavori in economia	€ 500 000,00
			<b>€ 500 000,00</b>
	<b>A.4</b>	Progettazione esecutiva e CSP	
		corrispettivo	€ 262 318,34
Integrazione per variazione importo lavori			
	<b>Totale importo progettazione</b>	<b>€ 262 318,34</b>	
<b>Totale (A.1+A.2+A.3+A.4)</b>			<b>€ 12 087 257,15</b>

<b>B. SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>	<b>B</b>	Somme a disposizione dell'Amministrazione		€
	B.1	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto		€ 0,00
	B.2	Rilievi, diagnosi iniziali, accertamenti e indagini		€ 20 000,00
	B.3	Allacciamento ai pubblici servizi		€ 20 000,00
	B.4	Imprevisti (max. 10%) e compensazione per consistenti fluttuazioni di mercato IVA Inclusa		€ 393 001,63
	B.5	Acquisizione aree o immobili, servitù, occupazioni		€ 0,00
	B.6	Accantonamento di cui all'articolo 113 del D.Lgs.50/2016 (incentivo)		
		Quota progettazione al 1,60% su euro	€ 470 018,20	€ 7 520,29
		Quota al 1,60% su importo base gara euro	€ 12 533 725,98	€ 200 539,62
		Quota al 1,60% su importo lordo di variante euro	€ 2 125 896,70	€ 34 014,35
		<b>Totale</b>		<b>€ 242 074,26</b>
	B.7	Spese di cui agli articoli 24, comma 4, del D.Lgs.50/2016, spese per la copertura dei rischi di natura professionale a favore dei dipendenti incaricati della progettazione		€ 0,00
	B.8	Spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione, collegio consuntivo tecnico, compresi oneri previdenziali di cui euro 340.706,80 già impegnati con DD 2023-188.0.0.-36		€ 1 323 870,41
B.9	Eventuali spese per commissioni giudicatrici		€ 0,00	
B.10	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche (iva inclusa)		€ 2 000,00	
B.11	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici, bonifiche ambientali e belliche di cui euro 39.914,32 già impegnati con DD 2023-188.0.0./-54		€ 202 775,22	
B.12	Oneri del concessionario o contraente generale (progettazione e direzione lavori) e oneri diretti e indiretti (min 6% max 8%)		€ 0,00	
<b>Totale Somme a disposizione dell'Amministrazione (B.1+....+B.13)</b>			<b>€ 2 203 027,86</b>	

<b>C. I.V.A.</b>	<b>C</b>	I.V.A.		€	
	C.1.1	I.V.A. su prove di laboratorio		22%	€ 23 144,95
	C.1.2	I.V.A. su Lavori		10%	€ 1 164 735,10
	C.1.3	I.V.A. su Lavori		4%	€ 2 895,34
	C.1.4	I.V.A. su Progettazione		10%	€ 26 231,83
	C.2	I.V.A. su Somme a disposizione dell'Amministrazione (al netto di B.6 e B.10, esenti IVA)		22%	€ 431 122,40
			<b>Totale IVA</b>	<b>€ 1 648 129,62</b>	

<b>D.</b>	<b>D</b>	Economie di Gara		€
	D.1	Economie da Ribasso (Compresa IVA)		
			<b>Totale Economie</b>	<b>€ 444 419,04</b>

**TOTALE COSTO INTERVENTO (A+B+C+D) € 16 383 527,32**

02						
01						
00	07/03/2024	RECEPIMENTO RICHIESTE STAZIONE APPALTANTE				
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Controllato (progettista)	Verificato (resp. Ufficio)	Approvato (Direttore)

# COMUNE DI GENOVA

Direzione di Area Infrastrutture Opere Pubbliche  
**PROGETTAZIONE**

Dirigente Responsabile

**Arch. Giuseppe CARDONA**

Comittente **ASSESSORATO BILANCIO, LAVORI PUBBLICI,  
OPERE STRATEGICHE INFRASTRUTTURALI, RAPPORTI CON I MUNICIPI**

Codice Progetto **09.28.02**

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE **Arch. Giacomo GALLARATI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO **Arch. Giuseppe CARDONA**

MANDATARIA /CAPOGRUPPO  
Progettazione paesaggistica e sicurezza  
**StudioSilva S.r.l.**  
Via Mazzini 9/2 40137 Bologna  
phone: +39 051 6360417



e-mail: info@studiosilva.it  
web: www.studiosilva.it

MANDANTI:  
Progettazione architettonica  
**Arch. Dong Sub Bertin - DSB landscape** **DSB landscape**  
Via privata A. Carocanino 3, 20131 Milano  
phone: +39 02 43416151

e-mail: info@dsb-la.it  
web: www.dsb-la.it

Progettazione strutturale, viabilità e impiantistica  
**StudioSPS S.r.l.**  
Via Roma 9, Vimodrone (MI)  
phone: +39 02 2500672

**STUDIO SPS**

e-mail: info@studiosps.it  
web: www.studiosps.it

Elaborazione BIM  
**Y.U.PPIES' SERVICES S.r.l.**  
Via Pescaia n. 315, Modena  
phone: +39 059 282727

**YUPIES SERVICES**

e-mail: yuppies@yuppies.it  
web: www.yuppies.it

Geologia  
**Geol. Paolo Peirone**  
Via Barnili 4/1, Savona  
phone: +39 347 2764854



e-mail: paolopeirone@statolimita.it

Consulente per la progettazione stradale  
**Ing. Omar Bodrito**  
Via Moncenisio 39, 10093 Collegno (TO)  
phone: +39 011 5826155

**Ingegneria.Consulenza.Servizi**

e-mail: obx@ob-x.it  
web: www.ob-x.it

IMPRESA ESECUTRICE



**TECNOTATTI**  
Via Borzoli 22B, 16153 Genova  
amministrazione@tecnotatti.it  
t. 010.8680201

IMPRESA AFFIDATARIA



**CMCI S.c.a.r.l. CONSORZIO STABILE**  
Via Di Cretpo 21, 16165 Genova  
info@cmci-italia.it t. 010.8684657



Finanziato dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MINISTERO DELL'INTERNO



COMUNE DI GENOVA

**GENOVA CITTÀ METROPOLITANA**  
PIANO URBANO INTEGRATO

P.N.R.R. - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.2

Intervento/Opera

**LUNGOMARE CANEPA - Nuovo parco urbano lineare**

Oggetto della Tavola

**Allegato - Computo metrico verifiche e prove di laboratorio**

Livello Progettazione

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GENERALE**

Codice MOGE

**20996**

Codice CUP

**B32H22002310006**

Codice identificativo tavola

Municipio  
**Centro Ovest**

**II**

Quartiere  
**SAMPIERDARENA**

**9**

N° progr. tav.

N° tot. tav.

Scala

Data

**07/03/2024**

Tavola n°

**R05a**  
**E-Gen**

Oggetto: procedura di acquisto tramite Richiesta di Offerta aggiudicata al prezzo più basso per la prestazione del servizio:  
Esecuzione verifiche in sito e prove di laboratorio su materiali da costruzione

PNRR M5C2-2.2 PUI Sampierdarena  
Lungomare Canepa: nuovo parco urbano lineare  
CUP B32H22002310006 - MOGE 20996

ELENCO PREZZI BASE GARA

ELENCO PREZZI OFFERTA

1) CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEL CALCESTRUZZO									PREZZO UNITARIO OFFERTO	QUANTITÀ PRESUNTA	TOTALE
Controlli	LISTINO / PREZZIARIO DI RIFERIMENTO	CODICE	PREZZO UNITARIO	UNITA' MISURA	INCIDENZA MANODOPERA	QUANTITÀ PRESUNTA	IMPORTO PRESUNTO	COSTO MANODOPERA			
<p>Controlli di accettazione da eseguire sul calcestruzzo utilizzato per l'esecuzione dell'opera, con prelievo [cfr. nota 1] effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali ai sensi delle NTC 2018 punti 11.2.4 e 11.2.5, costituito dalle operazioni come di seguito dettagliate:</p> <p>[nota 1: il prelievo è composto dal confezionamento di n. 2 cubetti. Le prove di laboratorio sul prelievo si intendono svolte su tutti i cubetti costituenti il prelievo. Contestualmente al confezionamento dei primi due cubi si confezioneranno ulteriori 2 cubi che saranno ugualmente etichettati e denominati "testimone" che saranno avviati a rottura su richiesta della Direzione Lavori ]</p>											
a. operazione di prelievo consistente nel confezionamento di n° 2 cubi ai sensi della norma UNI EN 12390-1 compreso noleggio di cubettiere rigide, etichettatura e identificazione dei campioni del prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, emissione del verbale di prelievo, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere che effettuerà i campionamenti, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione e registrazione della scadenza, disarmo dei prelievi e sistemazione dei campioni in vasca di stagionatura ai sensi della norma UNI EN 12390-2, rettificazione delle facce dei provini destinate a venire in contatto con i piani della pressa;											
PREPARAZIONE DI CUBETTI DA IMPASTO	ANAS 2023	IG.02.120	9,82 €	a prelievo (serie di 2 provini)	43,89%	50	491,00 €	215,50 €	9,62 €	50	481,18 €
PREPARAZIONE DI CUBETTI DA IMPASTO - TESTIMONE	ANAS 2023	IG.02.120	9,82 €	a prelievo (serie di 2 provini)	43,89%	50	491,00 €	215,50 €	9,62 €	50	481,18 €
CONFEZIONE E MATURAZIONE DEI PROVINI DI CALCESTRUZZO	ANAS 2023	IG.02.040	25,78 €	a prelievo (serie di 2 provini)	56,31%	50	1.288,75 €	725,70 €	25,26 €	50	1.262,98 €
CONFEZIONE E MATURAZIONE DEI PROVINI DI CALCESTRUZZO - TESTIMONE	ANAS 2023	IG.02.040	25,78 €	a prelievo (serie di 2 provini)	56,31%	50	1.288,75 €	725,70 €	25,26 €	50	1.262,98 €
RETTIFICA DI CUBETTI E CAROTE DI CALCESTRUZZO	ANAS 2023	IG.02.015	13,72 €	per ogni provino	42,67%	100	1.372,00 €	585,43 €	13,45 €	100	1.344,56 €
RETTIFICA DI CUBETTI E CAROTE DI CALCESTRUZZO - TESTIMONE (STIMA)	ANAS 2023	IG.02.015	13,72 €	per ogni provino	42,67%	10	137,20 €	58,54 €	13,45 €	10	134,46 €
b. prova di resistenza alla compressione secondo EN 12390-3 e EN 12390-4 su provini cubici di calcestruzzo indurito, con rottura a compressione di due cubi a 28 gg. (o eventualemte a 7gg in accordo con DL) compresi: verifica dimensionale del provino, misurazione della planarità, della perpendicolarità, valutazione del tipo di rottura, determinazione della massa volumica ai sensi della norma UNI EN 12390-7;											
c. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con garanzia della qualità del prelievo, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova											
RESISTENZA A COMPRESSIONE DI PROVINI CUBICI O CILINDRICI	ANAS 2023	IG.02.010	17,58 €	a prelievo (serie di 2 provini)	33,17%	50	879,00 €	291,56 €	17,23 €	50	861,42 €
RESISTENZA A COMPRESSIONE DI PROVINI CUBICI O CILINDRICI - TESTIMONE (STIMA)	ANAS 2023	IG.02.010	17,58 €	a prelievo (serie di 2 provini)	33,17%	5	87,90 €	29,16 €	17,23 €	5	86,14 €
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEL CALCESTRUZZO INDURITO	ANAS 2023	IG.02.035	10,98 €	a prelievo (serie di 2 provini)	30,18%	50	549,00 €	165,69 €	10,76 €	50	538,02 €
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEL CALCESTRUZZO INDURITO - TESTIMONE (STIMA)	ANAS 2023	IG.02.035	10,98 €	a prelievo (serie di 2 provini)	30,18%	5	54,90 €	16,57 €	10,76 €	5	53,80 €

d. verifica della consistenza del calcestruzzo fresco mediante esecuzione della prova Slump-Test ai sensi della norma UNI EN 12350-2; compreso onere per emissione del certificato di prova;									
e. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con garanzia della qualità del prelievo, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova.									
DETERMINAZIONE DELLA CONSISTENZA CON CONO ABRAMS (SLUMP-TEST)	ANAS 2023	IG.02.050	10,93 €	a prova	45,68%	50	546,50 €	249,64 €	
<b>SUB_TOTALE</b>							<b>7.186,00 €</b>	<b>3.278,98 €</b>	

10,71 €	50	535,57 €
		<b>7.042,28 €</b>

2) CONTROLLO DI ACCETTAZIONE ACCIAI DA ORDITURA PER CALCESTRUZZI ARMATI	LISTINO / PREZZIARIO DI RIFERIMENTO	CODICE	PREZZO UNITARIO	UNITA' MISURA	INCIDENZA MANODOPERA	QUANTITA' PRESUNTA	IMPORTO PRESUNTO	COSTO MANODOPERA
Controlli di accettazione in corso d'opera e prove di laboratorio sui prelievi [cfr. nota 2] degli acciai per orditura di calcestruzzi armati comprensivo di: <i>[nota 2: il prelievo è composto dal confezionamento di n. 3 campioni dello stesso diametro. Le prove di laboratorio sul prelievo si intendono svolte su tutti i campioni costituenti il prelievo].</i>								
a. operazione di prelievo consistente nel confezionamento di ciascun prelievo di barre direttamente in cantiere, o ritiro in cantiere dei prelievi già eseguiti, costituito da 3 campioni di lunghezza pari a 120 cm dello stesso diametro, compresa etichettatura ed emissione di verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere che effettuerà i campionamenti, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove.	PIEMONTE 2023	32.P05.A05.005	24,58 €	a prelievo (serie di 3 campioni)	39,53%	30	737,40 €	291,49 €
b. prova di trazione sul prelievo (barre o rotoli) secondo ISO 15630-1, compresi: determinazione del diametro equivalente, rilevamento del marchio di laminazione, prova di trazione con determinazione dei carichi unitari di snervamento e rottura, Diametri da 8 a 36 mm; dell'allungamento totale al carico massimo Agt, prova di piegamento e ripiegamento.	PIEMONTE 2023	32.P15.A05.005	79,50 €	a prelievo (serie di 3 campioni)	52,94%	30	2.385,00 €	1.262,62 €
c. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con certificazione di garanzia dei prelievi, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova.								
<b>SUB_TOTALE</b>							<b>3.122,40 €</b>	<b>1.554,11 €</b>

PREZZO UNITARIO OFFERTO	QUANTITA' PRESUNTA	TOTALE
24,09 €	30	722,65 €
77,91 €	30	2.337,30 €
		<b>3.059,95 €</b>

3) CONTROLLO DI ACCETTAZIONE ACCIAI DA ORDITURA PER CALCESTRUZZI ARMATI IN RETI ELETTROSALDATE	LISTINO / PREZZIARIO DI RIFERIMENTO	CODICE	PREZZO UNITARIO	UNITA' MISURA	INCIDENZA MANODOPERA	QUANTITA' PRESUNTA	IMPORTO PRESUNTO	COSTO MANODOPERA
Controlli in corso d'opera e prove di laboratorio sui prelievi [cfr. nota 3] degli acciai per calcestruzzi armati (reti elettrosaldate) comprensivo di: <i>[nota 3: il prelievo è composto dal confezionamento di n. 3 campioni di pannello delle dimensioni planimetriche 1 m x 1 m dello stesso diametro. Le prove di laboratorio sul prelievo si intendono svolte su tutti i campioni costituenti il prelievo].</i>								
a. operazione di prelievo consistente nel confezionamento di ciascun prelievo direttamente in cantiere, di rete elettrosaldata direttamente in cantiere, costituito da 3 campioni di pannello di 1m x 1m, compresa etichettatura ed emissione del verbale di prelievo, compresa etichettatura ed emissione di verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere che effettuerà i campionamenti, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove.	PIEMONTE 2023	32.P05.A05.005	24,58 €	a prelievo (serie di 3 campioni)	39,53%	30	737,40 €	291,49 €
b. prova di trazione secondo ISO 15630-2 su reti elettrosaldate e tralicci in acciaio per calcestruzzo e calcestruzzo armato precompresso, compresi: determinazione del diametro equivalente, rilevamento del marchio di laminazione, prova di trazione su trama e ordito con determinazione dei carichi unitari di snervamento, rottura, allungamento totale al carico massimo Agt, determinazione della forza di distacco del nodo di saldatura.	PIEMONTE 2023	32.P15.A15.005	127,32 €	a prelievo (serie di 3 campioni)	61,34%	30	3.819,60 €	2.342,94 €
c. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con certificazione di garanzia dei prelievi, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova.								
<b>SUB_TOTALE</b>							<b>4.557,00 €</b>	<b>2.634,44 €</b>

PREZZO UNITARIO OFFERTO	QUANTITA' PRESUNTA	TOTALE
24,09 €	30	722,65 €
124,77 €	30	3.743,21 €
		<b>4.465,86 €</b>



4) CONTROLLO DI ACCETTAZIONE ACCIAI DA CARPENTERIA	LISTINO / PREZZIARIO DI RIFERIMENTO	CODICE	PREZZO UNITARIO	UNITA' MISURA	INCIDENZA MANODOPERA	QUANTITA' PRESUNTA	IMPORTO PRESUNTO	COSTO MANODOPERA	PREZZO UNITARIO OFFERTO	QUANTITA' PRESUNTA	TOTALE
Controlli in corso d'opera e prove di laboratorio sugli acciai da carpenteria comprensivo di: [NOTA: il prelievo è composto da n. 1 tronco di profilato metallico della lunghezza di circa 60 cm. Da tale prelievo si ricaveranno n. 2 provini: uno per la prova di trazione e uno per la prova di resilienza]											
a. operazione di presa in carico del prelievo direttamente in cantiere, compresa la etichettatura dei campioni ed emissione del verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove.	PIEMONTE 2023	32.P05.A05.005	24,58 €	a prelievo	39,53%	20	491,60 €	194,33 €	24,09 €	20	481,77 €
b. prova di trazione su provino UNI EN ISO 6892, con determinazione dei carichi unitari di snervamento e di rottura e l'allungamento a rottura A5, compresa la preparazione di provino a norma EN 10025 e ISO 377, ricavato da prodotti metallici, fino a spessori di 30 mm;	PIEMONTE 2023	32.P20.A05.005	131,21 €	a prova	82,76%	20	2.624,20 €	2.171,79 €	128,59 €	20	2.571,72 €
c. prova di resilienza Charpy a temperatura ambiente a norma UNI EN ISO 148-1, compresa la preparazione di provino a norma UNI EN ISO 377 per prova di resilienza;	PIEMONTE 2023	32.P20.A10.005	142,70 €	a prova	82,38%	20	2.854,00 €	2.351,13 €	139,85 €	20	2.796,92 €
d. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con certificazione di garanzia dei prelievi, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova.											
<b>SUB_TOTALE</b>							<b>5.969,80 €</b>	<b>4.717,24 €</b>			<b>5.850,40 €</b>
<b>5) CONTROLLO DI ACCETTAZIONE SU BULLONI, DADI e CONNETTORI A PIOLO</b> Controlli in corso d'opera e prove di laboratorio su bulloni e dadi e connettori a piolo comprensivo di: [nota : il prelievo è composto dal confezionamento di n. 3 campioni. Le prove di laboratorio sul prelievo si intendono svolte su tutti i campioni costituenti il prelievo].											
a. operazione di presa in carico del prelievo direttamente in cantiere, compresa la etichettatura dei campioni ed emissione del verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove.	PIEMONTE 2023	32.P05.A05.005	24,58 €	a prelievo	39,53%	20	491,60 €	194,33 €	24,09 €	20	481,77 €
b. prova di trazione normale su bullone, a campione, con o senza dado, con determinazione dei carichi unitari di snervamento e rottura, rif. UNI EN ISO 898-1, 898-2, 898-5, 898-6, UNI EN 14399-3, 14399-4;	PIEMONTE 2023	32.P20.A25.005	100,12 €	a prova	62,23%	20	2.002,40 €	1.246,09 €	98,12 €	20	1.962,35 €
c. prova di taglio su vite, a campione, con determinazione del carico unitario di rottura, rif. UNI EN ISO 898-1, 898-2, 898-5, 898-6, UNI EN 14399-3, 14399-4;	PIEMONTE 2023	32.P20.A20.005	66,43 €	a prova	49,68%	20	1.328,60 €	660,05 €	65,10 €	20	1.302,03 €
d. Prova di durezza Vickers, a campione, su vite e dado, per serie di tre impronte, compresa la preparazione per prova di durezza, rif. UNI EN ISO 377, UNI EN ISO 6507-1;	ANAS 2023	IG.02.560	25,08 €	a prova	51,37%	20	501,60 €	257,67 €	24,58 €	20	491,57 €
e. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con certificazione di garanzia dei prelievi, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova.											
<b>SUB_TOTALE</b>							<b>4.324,20 €</b>	<b>2.358,14 €</b>			<b>4.237,72 €</b>

7) MISTI GRANULARI PER STRATI DI FONDAZIONE	LISTINO / PREZZARIO DI RIFERIMENTO	CODICE	PREZZO UNITARIO	UNITA' MISURA	INCIDENZA MANODOPERA	QUANTITA' PRESUNTA	IMPORTO PRESUNTO	COSTO MANODOPERA	PREZO UNITARIO OFFERTO	QUANTITA' PRESUNTA	TOTALE
a. Determinazione della densità in sito con volumometro a sabbia o a membrana secondo la norma CNR-BU n.22/71	ANAS 2023	IG.01.115	58,89 €	a prova	53,99%	40	2.355,60 €	1.271,79 €	57,71 €	40	2.308,49 €
b. Determinazione del modulo di deformazione da prova di carico su piastra di diametro di 30 - 40 60 cm eseguita tramite doppio ciclo di carico e scarico, comprensiva della preparazione della piazzola di prova mediante scotico, regolarizzazione e costipamento, nonché dell'installazione di mezzo della massa minima prevista dalla norma e prescritta dal D.L., da utilizzare come contrasto, da specificare nel rapporto di prova, secondo le Norme di riferimento CNR-BU n. 146/1992, CNR-BU n. 9/1967, DIN 18134 ASTM D 1195, ASTM D 1196 N.S. SNV 70317.secondo la norma CNR B.U. n.146/1992	ANAS 2023	IG.01.120.a	232,95 €	a prova	40,47%	40	9.318,00 €	3.770,99 €	228,29 €	40	9.131,64 €
c. Prova di carico su piastra, con piastra del diametro di 76 cm per la determinazione del modulo di reazione k, tramite unico ciclo di carico e scarico, comprensiva della preparazione della piazzola di prova mediante scotico, regolarizzazione e costipamento, nonché dell'installazione di mezzo della massa minima prevista dalla norma e prescritta dal D.L., da utilizzare come contrasto, secondo la norma CNR Anno XVII - N.92/1983.	ANAS 2023	IG.01.120.b	200,94 €	a prova	40,40%	25	5.023,50 €	2.029,49 €	196,92 €	25	4.923,03 €
d. Determinazione dell'indice di portanza CBR da eseguirsi su n.5 provini, escluso il costipamento, da eseguirsi secondo la norma ASTM D1883.	ANAS 2023	IG.01.045	106,32 €	a prova (su 5 provini)	55,92%	25	2.658,00 €	1.486,35 €	104,19 €	25	2.604,84 €
PRELIEVO DI CAMPIONI GLOBALI DI AGGREGATI DA LOTTO: Da nastri, scivoli, elevatori, caricatori, benne, sili, cumuli, carri. Norme di riferimento: UNI EN 932-1, UNI EN 932-5, CNR-BU n. 25/1972	ANAS 2023	IG.01.135	19,19 €	a provino	51,76%	125	2.398,75 €	1.241,59 €	18,81 €	125	2.350,76 €
e. Prova Los Angeles per aggregato grosso per la determinazione della resistenza alla frammentazione secondo la norma di riferimento UNI EN 1097-2 e CNR BU 34/73;	ANAS 2023	IG.01.225	109,28 €	per stesa	31,88%	40	4.371,20 €	1.393,54 €	107,09 €	40	4.283,78 €
f. Prova di resistenza all'abrasione di aggregati (Micro DEVAL) grossi secondo la norma di riferimento UNI-EN 1097-1;	ANAS 2023	IG.01.220	86,14 €	per stesa	37,49%	40	3.445,60 €	1.291,76 €	84,42 €	40	3.376,69 €
g. Determinazione dell'equivalente in sabbia secondo la norma di riferimento UNI EN 933-8 e CNR-BU n.27	ANAS 2023	IG.01.177	47,06 €	per stesa	55,86%	40	1.882,40 €	1.051,51 €	46,12 €	40	1.844,75 €
h. Determinazione dei limiti di Atterberg liquido e plastico (WL, WP) secondo la norma di riferimento UNICEN ISO/TS 17892-12, CNR-UNI 10014-12, ASTM D4318	ANAS 2023	IG.01.025	23,64 €	per stesa	39,65%	40	945,60 €	374,93 €	23,17 €	40	926,69 €
<b>SUB_TOTALE</b>							<b>32.398,65 €</b>	<b>13.911,96 €</b>			<b>31.750,66 €</b>

8) PROVE SU CONGLOMERATI BITUMINOSI e MISTI GRANULOMETRICI BITUMATI	LISTINO / PREZZARIO DI RIFERIMENTO	CODICE	PREZZO UNITARIO	UNITA' MISURA	INCIDENZA MANODOPERA	QUANTITA' PRESUNTA	IMPORTO PRESUNTO	COSTO MANODOPERA			
a_Campionatura in corso di lavorazione di conglomerati bituminosi secondo UNI EN 12697/27 e CNR BU n.61/78 eseguita in fase di stesa esclusivamente al lato del banco della finitrice. Compresa la etichettatura dei campioni ed emissione del verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove. Contestualmente al prelievo in fase di posa in opera si provvederà a rilevare e annotare sul verbale di prelievo la temperatura di stesa subito dietro il banco (prima del passaggio dei rulli).	ANAS 2023	IG.03.405	22,53 €	a prelievo	52,91%	60	1.351,80 €	715,24 €	22,08 €	60	1.324,76 €
b_Prelievo di nr. 2 carote per campionamento, fresate dalla pavimentazione a mezzo di carotatrice del diametro minimo pari a 150 mm. Il campione dovrà risultare indisturbato, integro, compatto e rappresentare lo spessore completo dello strato (o degli strati) da esaminare. I campioni dovranno essere esattamente e univocamente contrassegnati e corredati di tutte le indicazioni relative alla loro identificazione e alle prove da eseguire, anche con riferimento planimetrico. I campioni dovranno essere prelevati e posti in sacchi di plastica chiusi e sigillati. I campioni dovranno essere poggiati su una superficie piana e reciprocamente bloccati per evitare danneggiamenti da urti durante il trasporto. Nei periodi caldi dovranno essere stoccati e mantenuti a temperature inferiori a 35 °C al fine di evitare deformazioni e alterazioni indotte dal calore. Compresa la etichettatura dei campioni ed emissione del verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove. Contemporaneamente al prelievo si procederà a rilevare e annotare sul verbal di prelievo lo spessore degli strati attraversati.	ANAS 2023	IG.03.410.a	79,64 €	a prelievo (2 carote)	45,03%	60	4.778,40 €	2.151,71 €	78,05 €	60	4.682,83 €
c_Preparazione di provini di conglomerato bituminoso con pressa giratoria. Per ciascuna serie di n. 4 provini, secondo la norma UNI EN 12697-31; ASTM D6925; AASHTO T312; metodo Superpave SHRP-M002.	ANAS 2023	IG.03.255	73,75 €	a serie	33,56%	15	1.106,25 €	371,26 €	72,28 €	15	1.084,13 €
d_Preparazione di provini Marshall mediante costipatore ad impatto attraverso una serie di 4 provini secondo la norma di riferimento UNI EN 12697-30	ANAS 2023	IG.03.230	54,93 €	a serie	53,96%	15	823,95 €	444,60 €	53,83 €	15	807,47 €
e_Realizzazione di impasti di coglomerato bituminoso, maturazione e stagionatura di provini di tipo MARSHALL, esclusa la preparazione, mediante costipatore ad impatto, compensata con il relativo prezzo di elenco. Per ciascuna serie di n. 4 provini, con materiale fornito dal richiedente, secondo la norma di riferimento CNR BU n. 30/73 e CNR BU n. 130/89.	ANAS 2023	IG.03.245	589,49 €	a serie	37,26%	20	11.789,80 €	4.392,88 €	577,70 €	20	11.554,00 €
f_Determinazione del contenuto di legante (CONTENUTO DI BITUME) mediante ignizione secondo la norma di riferimento UNI EN 12697-39	ANAS 2023	IG.03.205	28,51 €	a prova	50,16%	30	855,30 €	429,02 €	27,94 €	30	838,19 €
Prova di carico su piastra, tramite doppio ciclo di carico e scarico, comprensiva della preparazione della piazzola di prova mediante scotico, regolarizzazione e costipamento, nonché dell'installazione di mezzo della massa minima prevista dalla norma e prescritta dal D.L. o D.E.C., da utilizzare come contrasto, da specificare nel rapporto di prova, secondo le norme di riferimento: CNR-BU n. 146/1992, CNR-BU n. 9/1967, DIN 18134, ASTM D 1195, ASTM D 1196, N.S. SNV 70317.											
CON PIASTRA DEL DIAMETRO DI 30 - 40 - 60 CM	ANAS 2023	IG.01.120.a	232,95 €	a prova	40,47%	50	11.647,50 €	4.713,74 €	228,29 €	50	11.414,55 €
CON PIASTRA DEL DIAMETRO DI 76 CM Per la determinazione del modulo di reazione k, tramite unico ciclo di carico e scarico, comprensiva della preparazione della piazzola di prova mediante scotico, regolarizzazione e costipamento, nonché dell'installazione di mezzo della massa minima prevista dalla norma e prescritta dal D.L. o D.E.C., da utilizzare come contrasto, secondo la norma di riferimento: CNR Anno XVII - N.92/1983.	ANAS 2023	IG.01.120.b	200,94 €	a prova	40,40%	20	4.018,80 €	1.623,60 €	196,92 €	20	3.938,42 €

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA DI PROVINI BITUMINOSI Per ciascuna serie di n. 3 provini. Norme di riferimento: UNI EN 12697-23.	ANAS 2023	IG.03.240	47,58 €	a serie	53,15%	20	951,60 €	505,78 €	46,63 €	20	932,57 €
DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI VUOTI DI PROVINI BITUMINOSI Per singolo provino. Norme di riferimento: UNI EN 12697-8.	ANAS 2023	IG.03.225	12,74 €	a provino	47,66%	50	637,00 €	303,59 €	12,49 €	50	624,26 €
DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DI UNA PAVIMENTAZIONE BITUMINOSA Per singola carota Norme di riferimento: UNI EN 12697-36.	ANAS 2023	IG.03.260	13,10 €	a provino	48,07%	50	655,00 €	314,86 €	12,84 €	50	641,90 €
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA IN MUCCHIO DI PROVINI BITUMINOSI Norme di riferimento: UNI EN 12697-6.	ANAS 2023	IG.03.220	21,70 €	a prova	39,31%	50	1.085,00 €	426,51 €	21,27 €	50	1.063,30 €
d. Analisi granulometrica per setacciatura della miscela di inerti (UNI EN 933/1-2): determinazione della granulometria della miscela di inerti recuperata dalla prova di cui al punto precedente, espressa con le percentuali dei passanti parziali ai singoli setacci riferiti al peso totale iniziale.	ANAS 2023	IG.01.001a	45,74 €	a prova	34,19%	50	2.287,00 €	781,93 €	44,83 €	50	2.241,26 €
e. Determinazione della percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8).	ANAS 2023	IG.03.225	12,74 €	a prova	47,66%	50	637,00 €	303,59 €	12,49 €	50	624,26 €
f. Determinazione della Resistenza a Trazione indiretta per ciascuna serie di 3 provini (UNI EN 12697-23).	ANAS 2023	IG.03.240	47,58 €	a serie	53,15%	20	951,60 €	505,78 €	46,63 €	20	932,57 €
g. Determinazione della stabilità e dello scorrimento Marshall, serie di 4 provini (UNI EN 12697-34).	ANAS 2023	IG.03.235	50,22 €	a serie	52,03%	15	753,30 €	391,94 €	49,22 €	15	738,23 €
h. Prova Los Angeles Determinazione della resistenza alla frammentazione (CNR BU 34, UNI EN 1097-2).	ANAS 2023	IG.01.225	109,28 €	a prova	31,88%	50	5.464,00 €	1.741,92 €	107,09 €	50	5.354,72 €
<b>SUB_TOTALE</b>							<b>49.793,30 €</b>	<b>20.117,95 €</b>			<b>48.797,43 €</b>

**IMPORTO TOTALE BASE GARA** 107.351,35 €

**DI CUI MANODOPERA** 48.572,83 €

**PERCENTUALE INCIDENZA DELLA MANODOPERA** 45,25%

**IMPORTO TOTALE PREVENTIVO** 105.204,31 €

**Costo della manopera e oneri aziendali inclusi nell'offerta per l'adempimento delle disposizioni in materia di salute e sicurezza** - €

Preventivo sottoscritto dal Signor ..... nella sua qualità di ..... e come tale legale rappresentante dell'impresa  
..... con sede in .....Codice Fiscale e/o Partita I.V.A. ....

02						
01						
00	07/03/2024	Recepimento richieste Stazione Appaltante				
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Controllato (progettista)	Verificato (resp. Ufficio)	Approvato (Direttore)

# COMUNE DI GENOVA

Direzione di Area Infrastrutture Opere Pubbliche  
**PROGETTAZIONE**

Dirigente Responsabile

**Arch. Giuseppe CARDONA**

Comittente **ASSESSORATO BILANCIO, LAVORI PUBBLICI,  
OPERE STRATEGICHE INFRASTRUTTURALI, RAPPORTI CON I MUNICIPI**

Codice Progetto **09.28.02**

COORDINAMENTO  
PROGETTAZIONE **Arch. Giacomo GALLARATI**

RESPONSABILE UNICO  
PROCEDIMENTO **Arch. Giuseppe CARDONA**

MANDATARIA /CAPOGRUPPO  
Progettazione paesaggistica e sicurezza  
**StudioSilva S.r.l.**  
Via Mazzini 9/2 40137 Bologna  
phone: +39 051 6360417



e-mail: info@studiosilva.it  
web: www.studiosilva.it

MANDANTI:  
Progettazione architettonica  
**Arch. Dong Sub Bertin - DSB landscape** **DSB landscape**  
Via privata A. Carocianino 3, 20131 Milano  
phone: +39 02 43416151

e-mail: info@dsb-la.it  
web: www.dsb-la.it

Progettazione strutturale, viabilità e impiantistica  
**StudioSPS S.r.l.**  
Via Roma 9, Vimodrone (MI)  
phone: +39 02 2500672

**STUDIO SPS**

e-mail: info@studiosps.it  
web: www.studiosps.it

Elaborazione BIM  
**Y.U.PPIES' SERVICES S.r.l.**  
Via Pescaia n. 315, Modena  
phone: +39 059 282727

**YUPPIES SERVICES**

e-mail: yuppies@yuppies.it  
web: www.yuppies.it

Geologia  
**Geol. Paolo Peirone**  
Via Barnili 4/1, Savona  
phone: +39 347 2764854



e-mail: paolopeirone@statolimit.it

Consulente per la progettazione stradale  
**Ing. Omar Bodrito**  
Via Moncenisio 39, 10093 Collegno (TO)  
phone: +39 011 5826155

**Ingegneria.Consulenza.Servizi**

e-mail: obx@ob-x.it  
web: www.ob-x.it

IMPRESA ESECUTRICE



**TECNOTATTI**  
Via Borzoli 22B, 16153 Genova  
amministrazione@tecnotatti.it  
t. 010.8680201

IMPRESA AFFIDATARIA



**CMCI S.c.a.r.l. CONSORZIO STABILE**  
Via Di Cretpo 21, 16165 Genova  
info@cmci-italia.it t. 010.8684657



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MINISTERO  
DELL'INTERNO



**GENOVA CITTÀ  
METROPOLITANA**  
PIANO URBANO INTEGRATO

P.N.R.R. - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.2

Intervento/Opera

**LUNGOMARE CANEPA - Nuovo parco urbano lineare**

Oggetto della Tavola

**Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio**

Livello Progettazione

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GENERALE**

Codice MOGE

**20996**

Codice CUP

**B32H22002310006**

Codice identificativo tavola

Municipio  
**Centro Ovest**

**II**

Quartiere  
**SAMPIERDARENA**

**9**

N° progr. tav.

N° tot. tav.

Scala

Data

**07/03/2024**

Tavola n°

**R06a  
E-Gen**

## REVISIONI

Rev.	Data	Emesso da	Descrizione
0	07/03/2024	Dott. Marco Sassatelli	Recepimento richieste Stazione Appaltante

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_06A Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio</b>	0	Pag. 2 di 10

1) <u>CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEL CALCESTRUZZO</u>	LISTINO / PREZZIARIO DI RIFERIMENT O	CODICE	PREZZO UNITARI O	UNITA' MISURA	PREZZO UNITARIO OFFERTO
Controllo di accettazione da eseguire sul calcestruzzo utilizzato per l'esecuzione dell'opera, con prelievo [cfr. nota 1] effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali ai sensi delle NTC 2018 punti 11.2.4 e 11.2.5, costituito dalle operazioni come di seguito dettagliate:					
<i>[nota 1: il prelievo è composto dal confezionamento di n. 2 cubetti. Le prove di laboratorio sul prelievo si intendono svolte su tutti i cubetti costituenti il prelievo. Contestualmente al confezionamento dei primi due cubi si confezioneranno ulteriori 2 cubi che saranno ugualmente etichettati e denominati "testimone" che saranno avviati a rottura su richiesta della Direzione Lavori ]</i>					
<b>a.</b> operazione di prelievo consistente nel confezionamento di n° 2 cubi ai sensi della norma UNI EN 12390-1 compreso noleggio di cubettiere rigide, etichettatura e identificazione dei campioni del prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, emissione del verbale di prelievo, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere che effettuerà i campionamenti, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione e registrazione della scadenza, disarmo dei prelievi e sistemazione dei campioni in vasca di stagionatura ai sensi della norma UNI EN 12390-2, rettifica delle facce dei provini destinate a venire in contatto con i piani della pressa;					
PREPARAZIONE DI CUBETTI DA IMPASTO	ANAS 2023	IG.02.120	9,82 €	a prelievo (serie di 2 provini)	9,62 €
PREPARAZIONE DI CUBETTI DA IMPASTO - TESTIMONE	ANAS 2023	IG.02.120	9,82 €	a prelievo (serie di 2 provini)	9,62 €
CONFEZIONE E MATURAZIONE DEI PROVINI DI CALCESTRUZZO	ANAS 2023	IG.02.040	25,78 €	a prelievo (serie di 2 provini)	25,26 €
CONFEZIONE E MATURAZIONE DEI PROVINI DI CALCESTRUZZO - TESTIMONE	ANAS 2023	IG.02.040	25,78 €	a prelievo (serie di 2 provini)	25,26 €
RETTIFICA DI CUBETTI E CAROTE DI CALCESTRUZZO	ANAS 2023	IG.02.015	13,72 €	per ogni provino	13,45 €
RETTIFICA DI CUBETTI E CAROTE DI CALCESTRUZZO - TESTIMONE (STIMA)	ANAS 2023	IG.02.015	13,72 €	per ogni provino	13,45 €
<b>b.</b> prova di resistenza alla compressione secondo EN 12390-3 e EN 12390-4 su provini cubici di calcestruzzo indurito, con rottura a compressione di due cubi a 28 gg. (o eventualmente a 7gg in accordo con DL) compresi: verifica dimensionale del provino, misurazione della planarità, della perpendicolarità, valutazione del tipo di rottura, determinazione della massa volumica ai sensi della norma UNI EN 12390-7;					

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_06A Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio</b>	0	Pag. 3 di 10

c. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con garanzia della qualità del prelievo, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova					
RESISTENZA A COMPRESSIONE DI PROVINI CUBICI O CILINDRICI	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.02.010</b>	17,58 €	a prelievo (serie di 2 provini)	17,23 €
RESISTENZA A COMPRESSIONE DI PROVINI CUBICI O CILINDRICI - TESTIMONE (STIMA)	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.02.010</b>	17,58 €	a prelievo (serie di 2 provini)	17,23 €
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEL CALCESTRUZZO INDURITO	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.02.035</b>	10,98 €	a prelievo (serie di 2 provini)	10,76 €
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEL CALCESTRUZZO INDURITO - TESTIMONE (STIMA)	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.02.035</b>	10,98 €	a prelievo (serie di 2 provini)	10,76 €
d. verifica della consistenza del calcestruzzo fresco mediante esecuzione della prova Slump-Test ai sensi della norma UNI EN 12350-2; compreso onere per emissione del certificato di prova;					
e. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con garanzia della qualità del prelievo, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova.					
DETERMINAZIONE DELLA CONSISTENZA CON CONO ABRAMS (SLUMP-TEST)	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.02.050</b>	10,93 €	a prova	10,71 €



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_06A Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio</b>	0	Pag. 4 di 10

<b>2) CONTROLLO DI ACCETTAZIONE ACCIAI DA ORDITURA PER CALCESTRUZZI ARMATI</b>	<b>LISTINO / PREZZIARIO DI RIFERIMENTO</b>	<b>CODICE</b>	<b>PREZZO UNITARIO</b>	<b>UNITA' MISURA</b>	<b>PREZZO UNITARIO OFFERTO</b>
<p>Controlli di accettazione in corso d'opera e prove di laboratorio sui prelievi [cfr. nota 2] degli acciai per orditura di calcestruzzi armati comprensivo di:</p> <p>[nota 2: il prelievo è composto dal confezionamento di n. 3 campioni dello stesso diametro. Le prove di laboratorio sul prelievo si intendono svolte su tutti i campioni costituenti il prelievo].</p>					
<p><b>a.</b> operazione di prelievo consistente nel confezionamento di ciascun prelievo di barre direttamente in cantiere, o ritiro in cantiere dei prelievi già eseguiti, costituito da 3 campioni di lunghezza pari a 120 cm dello stesso diametro, compresa etichettatura ed emissione di verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere che effettuerà i campionamenti, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove.</p>	<b>PIEMONTE 2023</b>	<b>32.P05.A05.005</b>	24,58 €	a prelievo (serie di 3 campioni)	24,09 €
<p><b>b.</b> prova di trazione sul prelievo (barre o rotoli) secondo ISO 15630-1, compresi: determinazione del diametro equivalente, rilevamento del marchio di laminazione, prova di trazione con determinazione dei carichi unitari di snervamento e rottura, Diametri da 8 a 36 mm; dell'allungamento totale al carico massimo Agt, prova di piegamento e ripiegamento.</p>	<b>PIEMONTE 2023</b>	<b>32.P15.A05.005</b>	79,50 €	a prelievo (serie di 3 campioni)	77,91 €
<p><b>c.</b> emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con certificazione di garanzia dei prelievi, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova.</p>					

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_06A Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio</b>	0	Pag. 5 di 10

<b>3) CONTROLLO DI ACCETTAZIONE ACCIAI DA ORDITURA PER CALCESTRUZZI ARMATI IN RETI ELETTROSALDATE</b>	<b>LISTINO / PREZZIARIO DI RIFERIMENTO</b>	<b>CODICE</b>	<b>PREZZO UNITARIO</b>	<b>UNITA' MISURA</b>	<b>PREZZO UNITARIO OFFERTO</b>
<p>Controlli in corso d'opera e prove di laboratorio sui prelievi [cfr. nota 3] degli acciai per calcestruzzi armati (reti elettrosaldate) comprensivo di:</p> <p>[nota 3: il prelievo è composto dal confezionamento di n. 3 campioni di pannello delle dimensioni planimetriche 1 m x 1 m dello stesso diametro. Le prove di laboratorio sul prelievo si intendono svolte su tutti i campioni costituenti il prelievo]</p>					
<p>a. operazione di prelievo consistente nel confezionamento di ciascun prelievo direttamente in cantiere, di rete elettrosaldata direttamente in cantiere, costituito da 3 campioni di pannello di 1m x 1m, compresa etichettatura ed emissione del verbale di prelievo, compresa etichettatura ed emissione di verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere che effettuerà i campionamenti, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove.</p>	PIEMONTE 2023	32.P05.A05.005	24,58 €	a prelievo (serie di 3 campioni)	24,09 €
<p>b. prova di trazione secondo ISO 15630-2 su reti elettrosaldate e tralicci in acciaio per calcestruzzo e calcestruzzo armato precompresso, compresi: determinazione del diametro equivalente, rilevamento del marchio di laminazione, prova di trazione su trama e ordito con determinazione dei carichi unitari di snervamento, rottura, allungamento totale al carico massimo Agt, determinazione della forza di distacco del nodo di saldatura.</p>	PIEMONTE 2023	32.P15.A15.005	127,32 €	a prelievo (serie di 3 campioni)	124,77 €
<p>c. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con certificazione di garanzia dei prelievi, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova.</p>					

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_06A Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio</b>	0	Pag. 6 di 10

4) <u>CONTROLLO DI ACCETTAZIONE ACCIAI DA CARPENTERIA</u>  Controlli in corso d'opera e prove di laboratorio sugli acciai da carpenteria comprensivo di:  [NOTA: i1 prelievo è composto da n. 1 tronco di profilato metallico della lunghezza di circa 60 cm. Da tale prelievo si ricaveranno n. 2 provini: uno per la prova di trazione e uno per la prova di resilienza]	LISTINO / PREZZIARIO DI RIFERIMENTO	CODICE	PREZZO UNITARIO	UNITA' MISURA	PREZZO UNITARIO OFFERTO
a. operazione di presa in carico del prelievo direttamente in cantiere, compresa la etichettatura dei campioni ed emissione del verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove.	PIEMONTE 2023	32.P05.A05.005	24,58 €	a prelievo	24,09 €
b. prova di trazione su provino UNI EN ISO 6892, con determinazione dei carichi unitari di snervamento e di rottura e l'allungamento a rottura A5, compresa la preparazione di provino a norma EN 10025 e ISO 377, ricavato da prodotti metallici, fino a spessori di 30 mm;	PIEMONTE 2023	32.P20.A05.005	131,21 €	a prova	128,59 €
c. prova di resilienza Charpy a temperatura ambiente a norma UNI EN ISO 148-1, compresa la preparazione di provino a norma UNI EN ISO 377 per prova di resilienza;	PIEMONTE 2023	32.P20.A10.005	142,70 €	a prova	139,85 €
d. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con certificazione di garanzia dei prelievi, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova.					

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_06A Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio</b>	0	Pag. 7 di 10

5) <u>CONTROLLO DI ACCETTAZIONE SU BULLONI, DADI e CONNETTORI A PIOLO</u>  Controlli in corso d'opera e prove di laboratorio su bulloni e dadi e connettori a piolo comprensivo di: [nota : il prelievo è composto dal confezionamento di n. 3 campioni. Le prove di laboratorio sul prelievo si intendono svolte su tutti i campioni costituenti il prelievo].			PREZZO UNITARIO	UNITA' MISURA	
<p>a. operazione di presa in carico del prelievo direttamente in cantiere, compresa la etichettatura dei campioni ed emissione del verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove.</p>	PIEMONTE 2023	32.P05.A05.005	24,58 €	a prelievo	24,09 €
<p>b. prova di trazione normale su bullone, a campione, con o senza dado, con determinazione dei carichi unitari di snervamento e rottura, rif. UNI EN ISO 898-1, 898-2, 898-5, 898-6, UNI EN 14399-3, 14399-4;</p>	PIEMONTE 2023	32.P20.A25.005	100,12 €	a prova	98,12 €
<p>c. prova di taglio su vite, a campione, con determinazione del carico unitario di rottura, rif. UNI EN ISO 898-1, 898-2, 898-5, 898-6, UNI EN 14399-3, 14399-4;</p>	PIEMONTE 2023	32.P20.A20.005	66,43 €	a prova	65,10 €
<p>d. Prova di durezza Vickers, a campione, su vite e dado, per serie di tre impronte, compresa la preparazione per prova di durezza, rif. UNI EN ISO 377, UNI EN ISO 6507-1;</p>	ANAS 2023	IG.02.560	25,08 €	a prova	24,58 €
<p>e. emissione del certificato di prova del Laboratorio Ufficiale con certificazione di garanzia dei prelievi, il cui onere è compreso e compensato nei prezzi unitari di ciascuna prova.</p>					

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_06A Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio</b>	0	Pag. 8 di 10

7) <u>MISTI GRANULARI PER STRATI DI FONDAZIONE</u>	LISTINO / PREZZARIO DI RIFERIMENTO	CODICE	PREZZO UNITARIO	UNITA' MISURA	PREZO UNITARIO OFFERTO
a. Determinazione della densità in sito con volumometro a sabbia o a membrana secondo la norma CNR-BU n.22/71	ANAS 2023	IG.01.115	58,89 €	a prova	57,71 €
b. Determinazione del modulo di deformazione da prova di carico su piastra di diametro di 30 - 40-60 cm eseguita tramite doppio ciclo di carico e scarico, comprensiva della preparazione della piazzola di prova mediante scotico, regolarizzazione e costipamento, nonché dell'installazione di mezzo della massa minima prevista dalla norma e prescritta dal D.L., da utilizzare come contrasto, da specificare nel rapporto di prova, secondo le Norme di riferimento CNR-BU n. 146/1992, CNR-BU n. 9/1967, DIN 18134 ASTM D 1195, ASTM D 1196 N.S. SNV 70317.secondo la norma CNR B.U. n.146/1992	ANAS 2023	IG.01.120.a	232,95 €	a prova	228,29 €
c. Prova di carico su piastra, con piastra del diametro di 76 cm per la determinazione del modulo di reazione k, tramite unico ciclo di carico e scarico, comprensiva della preparazione della piazzola di prova mediante scotico, regolarizzazione e costipamento, nonché dell'installazione di mezzo della massa minima prevista dalla norma e prescritta dal D.L., da utilizzare come contrasto, secondo la norma CNR Anno XVII - N.92/1983.	ANAS 2023	IG.01.120.b	200,94 €	a prova	196,92 €
d. Determinazione dell'indice di portanza CBR da eseguirsi su n.5 provini, escluso il costipamento, da eseguirsi secondo la norma ASTM D1883.	ANAS 2023	IG.01.045	106,32 €	a prova (su 5 provini)	104,19 €
PRELIEVO DI CAMPIONI GLOBALI DI AGGREGATI DA LOTTO: Da nastri, scivoli, elevatori, caricatori, benne, sili, cumuli, carri. Norme di riferimento: UNI EN 932-1, UNI EN 932-5, CNR-BU n. 25/1972	ANAS 2023	IG.01.135	19,19 €	a provino	18,81 €
e. Prova Los Angeles per aggregato grosso per la determinazione della resistenza alla frammentazione secondo la norma di riferimento UNI EN 1097-2 e CNR BU 34/73;	ANAS 2023	IG.01.225	109,28 €	per stesa	107,09 €
f. Prova di resistenza all'abrasione di aggregati (Micro DEVAL) grossi secondo la norma di riferimento UNI-EN 1097-1;	ANAS 2023	IG.01.220	86,14 €	per stesa	84,42 €
g. Determinazione dell'equivalente in sabbia secondo la norma di riferimento UNI EN 933-8 e CNR-BU n.27	ANAS 2023	IG.01.177	47,06 €	per stesa	46,12 €
h. Determinazione dei limiti di Atterberg liquido e plastico (WL, WP) secondo la norma di riferimento UNICEN ISO/TS 17892-12, CNR-UNI 10014-12, ASTM D4318	ANAS 2023	IG.01.025	23,64 €	per stesa	23,17 €

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_06A Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio</b>	0	Pag. <b>9</b> di <b>10</b>

<b>8) <u>PROVE SU CONGLOMERATI BITUMINOSI e MISTI GRANULOMETRICI BITUMATI</u></b>	<b>LISTINO / PREZZIARIO DI RIFERIMENTO</b>	<b>CODICE</b>	<b>PREZZO UNITARIO</b>	<b>UNITA' MISURA</b>	
a. Campionatura in corso di lavorazione di conglomerati bituminosi secondo UNI EN 12697/27 e CNR BU n.61/78 eseguita in fase di stesa esclusivamente al lato del banco della finitrice. Compresa la etichettatura dei campioni ed emissione del verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove. Contestualmente al prelievo in fase di posa in opera si provvederà a rilevare e annotare sul verbale di prelievo la temperatura di stesa subito dietro il banco (prima del passaggio dei rulli).	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.405</b>	22,53 €	a prelievo	22,08 €
b. Prelievo di nr. 2 carote per campionamento, fresate dalla pavimentazione a mezzo di carotatrice del diametro minimo pari a 150 mm. Il campione dovrà risultare indisturbato, integro, compatto e rappresentare lo spessore completo dello strato (o degli strati) da esaminare. I campioni dovranno essere esattamente e univocamente contrassegnati e corredati di tutte le indicazioni relative alla loro identificazione e alle prove da eseguire, anche con riferimento planimetrico. I campioni dovranno essere prelevati e posti in sacchi di plastica chiusi e sigillati. I campioni dovranno essere poggiati su una superficie piana e reciprocamente bloccati per evitare danneggiamenti da urti durante il trasporto. Nei periodi caldi dovranno essere stoccati e mantenuti a temperature inferiori a 35 °C al fine di evitare deformazioni e alterazioni indotte dal calore. Compresa la etichettatura dei campioni ed emissione del verbale di prelievo con indicazione della parte d'opera di destinazione del materiale campionato, eventuale ricovero provvisorio in cantiere, compreso l'onere di chiamata e intervento del tecnico in cantiere, il viaggio in andata e ritorno, il trasporto, il carico e scarico dei provini, compreso il ritiro di provini e/o prelievi degli altri materiali già disponibili in cantiere, la presa in carico in laboratorio dei prelievi, relativa classificazione, allestimento dei provini per le successive prove. Contemporaneamente al prelievo si procederà a rilevare e annotare sul verbal di prelievo lo spessore degli strati attraversati.	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.410.a</b>	79,64 €	a prelievo (2 carote)	78,05 €
c. Preparazione di provini di conglomerato bituminoso con pressa giratoria. Per ciascuna serie di n. 4 provini, secondo la norma UNI EN 12697-31; ASTM D6925; AASHTO T312; metodo Superpave SHRP-M002.	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.255</b>	73,75 €	a serie	72,28 €
d. Preparazione di provini Marshall mediante costipatore ad impatto attraverso una serie di 4 provini secondo la norma di riferimento UNI EN 12697-30	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.230</b>	54,93 €	a serie	53,83 €
e. Realizzazione di impasti di conglomerato bituminoso, maturazione e stagionatura di provini di tipo MARSHALL, esclusa la preparazione, mediante costipatore ad impatto, compensata con il relativo prezzo di elenco. Per ciascuna serie di n. 4 provini, con materiale fornito dal richiedente, secondo la norma di riferimento CNR BU n. 30/73 e CNR BU n. 130/89.	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.245</b>	589,49 €	a serie	577,70 €
f. Determinazione del contenuto di legante (CONTENUTO DI BITUME) mediante ignizione secondo la norma di riferimento UNI EN 12697-39	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.205</b>	28,51 €	a prova	27,94 €

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_06A Allegato-Elenco Prezzi verifiche e prove di laboratorio</b>	0	Pag. 10 di 10

Prova di carico su piastra, tramite doppio ciclo di carico e scarico, comprensiva della preparazione della piazzola di prova mediante scotico, regolarizzazione e costipamento, nonché dell'installazione di mezzo della massa minima prevista dalla norma e prescritta dal D.L. o D.E.C., da utilizzare come contrasto, da specificare nel rapporto di prova, secondo le norme di riferimento: CNR-BU n. 146/1992, CNR-BU n. 9/1967, DIN 18134, ASTM D 1195, ASTM D 1196, N.S. SNV 70317.					
CON PIASTRA DEL DIAMETRO DI 30 - 40 - 60 CM	<b>ANAS 2023</b>	IG.01.120.a	232,95 €	a prova	228,29 €
CON PIASTRA DEL DIAMETRO DI 76 CM Per la determinazione del modulo di reazione k, tramite unico ciclo di carico e scarico, comprensiva della preparazione della piazzola di prova mediante scotico, regolarizzazione e costipamento, nonché dell'installazione di mezzo della massa minima prevista dalla norma e prescritta dal D.L. o D.E.C., da utilizzare come contrasto, secondo la norma di riferimento: CNR Anno XVII - N.92/1983.	<b>ANAS 2023</b>	IG.01.120.b	200,94 €	a prova	196,92 €
DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA DI PROVINI BITUMINOSI Per ciascuna serie di n. 3 provini. Norme di riferimento: UNI EN 12697-23.	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.240</b>	47,58 €	a serie	46,63 €
DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI VUOTI DI PROVINI BITUMINOSI Per singolo Norme di riferimento: UNI EN 12697-8.	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.225</b>	12,74 €	a provino	12,49 €
DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DI UNA PAVIMENTAZIONE BITUMINOSA Per singola carota Norme di riferimento: UNI EN 12697-36.	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.260</b>	13,10 €	a provino	12,84 €
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA IN MUCCHIO DI PROVINI BITUMINOSI Norme di riferimento: UNI EN 12697-6.	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.220</b>	21,70 €	a prova	21,27 €
d. Analisi granulometrica per setacciatura della miscela di inerti (UNI EN 933/1-2): determinazione della granulometria della miscela di inerti recuperata dalla prova di cui al punto precedente, espressa con le percentuali dei passanti parziali ai singoli setacci riferiti al peso totale iniziale.	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.01.001.a</b>	45,74 €	a prova	44,83 €
e. Determinazione della percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8).	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.225</b>	12,74 €	a prova	12,49 €
f. Determinazione della Resistenza a Trazione indiretta per ciascuna serie di 3 provini (UNI EN 12697-23).	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.240</b>	47,58 €	a serie	46,63 €
g. Determinazione della stabilità e dello scorrimento Marshall. serie di 4 provini (UNI EN 12697-34).	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.03.235</b>	50,22 €	a serie	49,22 €
h. Prova Los Angeles Determinazione della resistenza alla frammentazione (CNR BU 34, UNI EN 1097-2).	<b>ANAS 2023</b>	<b>IG.01.225</b>	109,28 €	a prova	107,09 €

02						
01	07/03/2024	RECEPIMENTO RICHIESTE STAZIONEAP-PLATANTE				
00	18/12/2023	PRIMA EMISSIONE				
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Controllato (progettista)	Verificato (resp. Ufficio)	Approvato (Direttore)

# COMUNE DI GENOVA

Direzione di Area Infrastrutture Opere Pubbliche  
**PROGETTAZIONE**

Dirigente Responsabile

**Arch. Giuseppe CARDONA**

Comittente **ASSESSORATO BILANCIO, LAVORI PUBBLICI,  
OPERE STRATEGICHE INFRASTRUTTURALI, RAPPORTI CON I MUNICIPI**

Codice Progetto **09.28.02**

COORDINAMENTO  
PROGETTAZIONE **Arch. Giacomo GALLARATI**

RESPONSABILE UNICO  
PROCEDIMENTO **Arch. Giuseppe CARDONA**

MANDATARIA /CAPOGRUPPO  
Progettazione paesaggistica e sicurezza

**StudioSilva S.r.l.**  
Via Mazzini 9/2 40137 Bologna  
phone: +39 051 6360417



e-mail: info@studiosilva.it  
web: www.studiosilva.it

MANDANTI:  
Progettazione architettonica

**Arch. Dong Sub Bertin - DSB landscape** **DSB landscape**  
Via privata A. Caccianino 3, 20131 Milano  
phone: +39 02 43418151

e-mail: info@dsb-la.it  
web: www.dsb-la.it

Progettazione strutturale, viabilità e impiantistica

**StudioSPS S.r.l.**  
Via Roma 9, Vimodrone (MI)  
phone: +39 02 2500672

**STUDIO SPS**

e-mail: info@studiosps.it  
web: www.studiosps.it

Elaborazione BIM

**Y.U.PPIES' SERVICES S.r.l.**  
Via Pescaia n. 315, Modena  
phone: +39 059 282727

**YUPIES SERVICES**

e-mail: yuppies@yuppies.it  
web: www.yuppies.it

Geologia

**Geol. Paolo Peirone**  
Via Barrili 4/1, Savona  
phone: +39 347 2764854



e-mail: paolopeirone@etatolimit.it

Consulente per la progettazione stradale

**Ing. Omar Bodrito**

Via Moncenisio 39, 10093 Collegno (TO)  
phone: +39 011 5826155

**Ingegneria.Consulenza.Servizi**

e-mail: obx@ob-x.it  
web: www.ob-x.it

IMPRESA ESECUTRICE



**TECNOTATTI**  
Via Borzoli 22B, 16153 Genova  
amministrazione@tecnotatti.it  
t. 010.8680201

IMPRESA AFFIDATARIA



**CMCI S.c.a.r.l. CONSORZIO STABILE**  
Via Di Cretpo 21, 16165 Genova  
info@cmci-italia.it t. 010.8684657



MINISTERO  
DELL'INTERNO



**GENOVA CITTÀ  
METROPOLITANA  
PIANO URBANO INTEGRATO**

P.N.R.R. - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.2

Intervento/Opera

**LUNGOMARE CANEPA - Nuovo parco urbano lineare**

Oggetto della Tavola

**Cronoprogramma**

Livello Progettazione

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GENERALE**

Codice MOGE

**20996**

Codice CUP

**B32H22002310006**

Codice identificativo tavola

Municipio

**Centro Ovest**

**II**

Quartiere

**SAMPIERDARENA**

**9**

N° progr. tav.

N° tot. tav.

Scala

--

Data

**18/12/2023**

Tavola n°

**R08  
E-Gn**





02	07/03/2023	RECEPIMENTO RICHIESTE STAZIONE APPALTANTE				
01	09/02/2024	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI STAZIONE APPALTANTE E VERIFICATORI				
00	18/12/2023	PRIMA EMISSIONE				
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Controllato (progettista)	Verificato (resp. Ufficio)	Approvato (Direttore)

# COMUNE DI GENOVA

Direzione di Area Infrastrutture Opere Pubbliche  
**PROGETTAZIONE**

Dirigente Responsabile

**Arch. Giuseppe CARDONA**

Comittente **ASSESSORATO BILANCIO, LAVORI PUBBLICI,  
OPERE STRATEGICHE INFRASTRUTTURALI, RAPPORTI CON I MUNICIPI**

Codice Progetto **09.28.02**

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE **Arch. Giacomo GALLARATI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO **Arch. Giuseppe CARDONA**

MANDATARIA /CAPOGRUPPO  
Progettazione paesaggistica e sicurezza  
**StudioSilva S.r.l.**  
Via Mazzini 9/2 40137 Bologna  
phone: +39 051 6360417



e-mail: info@studiosilva.it  
web: www.studiosilva.it

MANDANTI:  
Progettazione architettonica  
**Arch. Dong Sub Bertin - DSB landscape** **DSB landscape**  
Via privata A. Carocanino 3, 20131 Milano  
phone: +39 02 43416151

e-mail: info@dsb-la.it  
web: www.dsb-la.it

Progettazione strutturale, viabilità e impiantistica

**StudioSPS S.r.l.**

Via Roma 9, Vimodrone (MI)  
phone: +39 02 2500672

**STUDIO SPS**

e-mail: info@studiosps.it  
web: www.studiosps.it

Elaborazione BIM

**Y.U.PPIES' SERVICES S.r.l.**

Via Pescaia n. 315, Modena  
phone: +39 059 282727

**YUPIES SERVICES**

e-mail: yuppies@yuppies.it  
web: www.yuppies.it

Geologia

**Geol. Paolo Peirone**

Via Barnili 4/1, Savona  
phone: +39 347 2764854



e-mail: paolopeirone@statolimit.it

Consulente per la progettazione stradale

**Ing. Omar Bodrito**

Via Moncenisio 39, 10093 Collegno (TO)  
phone: +39 011 5826155

**Ingegneria.Consulenza.Servizi**

e-mail: obx@ob-x.it  
web: www.ob-x.it

IMPRESA ESECUTRICE



**TECNOTATTI**  
Via Borzoli 22B, 16153 Genova  
amministrazione@tecnotatti.it  
t. 010.8680201

IMPRESA AFFIDATARIA



**CMCI S.c.a.r.l. CONSORZIO STABILE**  
Via Di Cretpo 21, 16165 Genova  
info@cmci-italia.it t. 010.8684657



Finanziato dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MINISTERO DELL'INTERNO



**GENOVA CITTÀ METROPOLITANA**  
PIANO URBANO INTEGRATO

P.N.R.R. - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.2

Intervento/Opera

**LUNGOMARE CANEPA - Nuovo parco urbano lineare**

Oggetto della Tavola

Capitolato speciale d'appalto parte tecnica

Livello Progettazione

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GENERALE**

Codice MOGE

**20996**

Codice CUP

**B32H22002310006**

Codice identificativo tavola

Municipio	Centro Ovest	II
Quartiere	SAMPIERDARENA	9
N° progr. tav.	N° tot. tav.	
Scala	Data	
	18/12/2023	

Tavola n°  
**R10  
E-Gen**

## SOMMARIO

<b>PARTE SECONDA - DEFINIZIONE TECNICA DEI LAVORI</b> .....	<b>5</b>
CAPITOLO 1 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE.....	5
Art. 1. Accettazione.....	5
Art. 2. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali.....	5
Art. 3. Impiego di materiali o componenti di minor pregio.....	5
Art. 4. Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo.....	5
Art. 5. Norme di riferimento e marcatura CE.....	7
Art. 7. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto.....	8
Art. 8. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche.....	8
Art. 9. Indennità per occupazioni temporanee ed danni arrecati.....	8
CAPITOLO 2 - MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE.....	9
Art. 10. Materiali e prodotti per uso strutturale.....	9
Art. 11. Calcestruzzo.....	9
Art. 12. Acciaio per cemento armato.....	15
Art. 13. Acciaio per strutture metalliche.....	26
Art. 14. Elementi costruttivi prefabbricati.....	36
Art. 15. Appoggi strutturali.....	43
Art. 16. Dispositivi antisismici.....	44
CAPITOLO 3 - MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE.....	47
Art. 17. Calci idrauliche da costruzioni.....	47
Art. 18. Laterizi.....	47
Art. 19. Manufatti di pietre naturali o ricostruite.....	48
Art. 20. Prodotti per pavimentazione e controsoffitti.....	49
Art. 21. Vernici, smalti, pitture, ecc.....	57
Art. 22. Sigillanti, adesivi e geotessili.....	58
Art. 23. Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.....	60
CAPITOLO 4 - NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	84
Art. 24. Rilievi, tracciati e capisaldi.....	84
Art. 24a. Criteri di misurazione.....	84
Art. 25. Programma esecutivo dei lavori.....	85
Art. 26. Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori.....	86
Art. 27. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera.....	92
CAPITOLO 5 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE.....	93
Art. 28. Demolizioni.....	93
Art. 29. Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale.....	95
Art. 30. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi.....	98
Art. 31. Riparazione di sottoservizi.....	98
Art. 32. Rilevati e rinterri.....	98
Art. 33. Fondazioni dirette.....	99
Art. 34. Pali di fondazione.....	100
Art. 35. Opere e strutture di muratura.....	118
Art. 36. Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo.....	121
Art. 37. Esecuzione di strutture in cemento armato precompresso.....	149
Art. 38. Armature minime e limitazioni geometriche delle sezioni degli elementi strutturali in c.a.....	152
Art. 39. Armature minime degli elementi strutturali in cemento armato precompresso.....	157
Art. 40. Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso.....	157
Art. 41. Esecuzione di strutture prefabbricate.....	158
Art. 42. Esecuzione di strutture in acciaio.....	160
Art. 43. Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo.....	164
Art. 44. Posa in opera dei dispositivi antisismici.....	166
Art. 45. Esecuzione di intonaci.....	179
Art. 46. Esecuzione delle pavimentazioni.....	184
Art. 47. Opere di rifinitura varie.....	188
Art. 48. Giunti di dilatazione.....	198
CAPITOLO 6 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI.....	200
Art. 49. Sistemi di collegamento degli impianti alle strutture.....	200
Art. 50. Impianti idrico-sanitari.....	200

Art. 51. Impianti di adduzione del gas.....	214
Art. 52. Impianti elettrici .....	221
Art. 53. Verifiche dell'impianto elettrico .....	243
Art. 54. Impianti di illuminazione. Verifiche .....	245
<b>CAPITOLO 7 - OPERE FOGNARIE, ILLUMINAZIONE E STRADALI .....</b>	<b>247</b>
Art. 55. Scavi delle trincee, posa in opera delle tubazioni.....	247
Art. 56. Letto di posa per le tubazioni .....	249
Art. 57. Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni.....	251
Art. 58. Rinterro delle tubazioni .....	253
Art. 59. Sovrastruttura stradale. Caratteristiche geometriche delle strade .....	256
Art. 60. Misti cementati per strati fondazione e di base .....	263
Art. 61. Misti granulari per strati di fondazione .....	268
Art. 62. Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato base, di collegamento (Binder) e di usura.....	271
Art. 63. Barriere stradali di sicurezza .....	277
Art. 64. Opere d'arte stradali.....	286
Art. 65. Impianti elettrici in generale .....	297
Art. 66. Cavidotti.....	298
Art. 67. Pozzetti.....	299
Art. 68. Blocchi di fondazioni. Pali di sostegno .....	300
Art. 69. Linee per energia elettrica. Linee per energia elettrica.....	302
Art. 70. Cassette, giunzioni, derivazioni, guaine isolanti .....	302
Art. 71. Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione .....	303
Art. 72. Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione .....	303
Art. 73. Impianto di terra. Dispensori .....	304
<b>CAPITOLO 8 – OPERE DA FABBRO .....</b>	<b>306</b>
Art. 74. Balaustre.....	306
<b>CAPITOLO 9 – ARREDO E OPERE DI COMPLETAMENTO .....</b>	<b>307</b>
Art. 75. Arredo urbano - Generalità.....	307
Art. 76. Conformità dei beni riciclati e CAM.....	307
Art. 77. Cestino tipo SABAUDO di ALUHABITAT .....	307
Art. 78. Panca con schienale e braccioli tipo” VENTIQUEATTRORE” di URBANTIME.....	308
Art. 79. Portabici tipo” H24” di URBANTIME .....	309
Art. 80. Fontanella tipo “FUENTE” di METALCO.....	309
Art. 81. Salvapiante tipo “SUNNY” di METALCO .....	309
<b>CAPITOLO 10 - OPERE A VERDE .....</b>	<b>311</b>
Art. 82. Terra da coltivo riportata.....	311
Art. 83. Substrati di coltivazione .....	311
Art. 84. Concimi organici e minerali .....	311
Art. 85. Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora .....	314
Art. 86. Periodo di messa a dimora .....	314
Art. 87. Preparazione delle piante prima della messa a dimora .....	314
Art. 88. Preparazione delle buche e dei fossi per la messa a dimora delle piante.....	315
Art. 89. Carico, trasporto e accatastamento delle piante.....	315
Art. 90. Piante.....	316
Art. 91. Isola vegetativa (Sistema Cupolex Radice).....	322
Art. 92. Protezione delle piante esistenti da conservare .....	322
Art. 93. Protezione delle piante messa a dimora.....	323
Art. 94. Salvaguardia della vegetazione esistente.....	323
Art. 95. Manutenzioni colturali fino all'esecuzione del collaudo.....	323
<b>CAPITOLO 11 - ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI ...</b>	<b>325</b>
Art. 96. Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio .....	325
Art. 97. Prove di carico sui pali di fondazione .....	325
Art. 98. Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio .....	327
<b>PARTE TERZA - SPECIFICHE TECNICHE DELLE LAVORAZIONI.....</b>	<b>331</b>
<b>CAPITOLO 12 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI.....</b>	<b>331</b>
Art. 99. Valutazione lavori a corpo e a misura .....	331
Art. 100. Scavi.....	331
Art. 101. Rilevati, rinterri e vespai .....	332
Art. 102. Demolizioni, dismissioni e rimozioni.....	332
Art. 103. Murature, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni .....	333
Art. 104. Impianti elettrici .....	335
Art. 105. Tubazioni, pozzetti prefabbricati, pezzi speciali, apparecchiature e impianti .....	337
Art. 106. Opere stradali e pavimentazioni varie .....	338

Art. 107. Noleggi.....	340
Art. 108. Manodopera.....	340
Art. 109. Trasporti.....	340
Art. 110. Opere a verde .....	340

## **PARTE SECONDA - DEFINIZIONE TECNICA DEI LAVORI**

I riferimenti alle norme tecniche di cui ai capitoli successivi sono indicative. Resta inteso che in caso di successive modifiche ed integrazioni avranno valore contrattuale le norme più aggiornate.

### **CAPITOLO 1 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE**

#### **Art. 1. Accettazione**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.

Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi 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'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di emissione 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 componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi, e la loro contabilizzazione deve essere redatta come se i 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 dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata un'adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio, e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

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

Materiali riciclati

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

### 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 contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato, non deve essere considerato rifiuto.

### Terre e rocce da scavo

Fatte salve le prescrizioni del punto precedente, le terre e le rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, purché:

- siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- 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 preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti e autorizzati per il sito dove 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 sensi del titolo 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 prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate, e avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare, deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;
- la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata.

L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, 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 corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito;
- soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
- non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto

precedente, ma posseggano tali requisiti sin 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 o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione ambientale integrata, la sussistenza dei requisiti precedentemente previsti dal presente articolo, nonché i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo, che non possono superare di norma un anno, devono risultare da un apposito progetto approvato dall'autorità titolare del relativo procedimento.

Le terre e le rocce da scavo, qualora non utilizzate nel rispetto delle condizioni di cui al presente articolo, 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 effettuata secondo le modalità previste dal Titolo V, Parte quarta, del D.Lgs. n. 152/2006. L'accertamento che le terre e le rocce da scavo non provengano da tali siti deve essere svolto a cura e spese del produttore e accertato dalle 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 costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà 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 prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente 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'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la 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 luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con 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 lavori può prescrivere 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 contrattuale 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 non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

**Art. 8. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche**

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, devono essere disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla redazione dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle 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 delle nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

**Art. 9. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati**

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

## CAPITOLO 2 - MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

### Art. 10. Materiali e prodotti per uso strutturale

#### Identificazione, certificazione e accettazione

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018, devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle nuove norme tecniche per le costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

#### Procedure e prove sperimentali d'accettazione

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione, che per ciò che riguarda quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale 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 attestazione di 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 tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle nuove norme tecniche.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, 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 generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle nuove norme tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

### Art. 11. Calcestruzzo

#### Specifiche per il calcestruzzo

In merito alla progettazione della miscela, la norma, oltre a riconfermare le caratteristiche prestazionali minime che devono essere indicate nel progetto (classe di resistenza, classe di consistenza, diametro massimo dell'aggregato), introduce anche l'obbligo di indicazione della classe di esposizione ambientale. Viene inoltre precisato che nel caso di impiego di

armature pretese o post-tese, permanentemente incorporate in getti di calcestruzzo, è obbligatoria l'indicazione della classe di contenuto in cloruri. Per quanto attiene la classe di resistenza, la stessa è individuata esclusivamente dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica  $f_{ck}$  e cubica  $R_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm. Per quanto attiene la resistenza caratteristica a compressione, la cui valutazione deve avvenire, di norma, dopo 28 giorni di maturazione, si precisa che, in casi particolari, potranno essere indicati, sulla base di documentate motivazioni, anche altri tempi di maturazione cui riferire le misure di resistenza ed il corrispondente valore caratteristico.

#### Controlli di qualità del calcestruzzo

Il §11.2.2 delle vigenti NTC, in merito alle prove di accettazione in cantiere sul calcestruzzo, stabilisce che "Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi di cui al punto 11.2.6, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001". Tale disposizione, come l'analoga riportata al § 8.4.2 delle NTC per la caratterizzazione meccanica dei materiali per le costruzioni esistenti, si applica soltanto alle prove distruttive da effettuarsi, e certificarsi, in applicazione della citata Circolare 7167/STC del 2010, e nulla ha a che vedere con eventuali prove non distruttive da effettuarsi sulla struttura esistente, di cui al Capitolo 8 delle NTC, o in fase di accettazione da parte del Direttore dei Lavori, quando si verificano i casi di cui al § 11.2.6 delle stesse NTC. Si evidenzia, inoltre, che dette prove non distruttive non rientrano fra le prove complementari di cui al § 11.2.7 delle stesse NTC. Ai fini della certificazione delle conseguenti prove i laboratori di cui all'articolo 59 del D.P.R. 380/2001 daranno evidenza, nel verbale di accettazione dei campioni e nel certificato di prova stesso, della conformità dell'avvenuto prelievo a quanto disposto dal §8.4.2 o dal §11.2.2 delle NTC<sup>18</sup>; diversamente i campioni non potranno essere accettati ai fini dell'attività di certificazione ufficiale del Laboratorio

#### Valutazione preliminare

La valutazione preliminare del calcestruzzo, che il § 11.2.3 delle NTC pone in capo al costruttore, è finalizzata ad ottenere un calcestruzzo rispondente alle caratteristiche prestazionali indicate dal progettista, e alle esigenze costruttive, sia tramite l'acquisizione di documenti relativi ai componenti, sia attraverso l'eventuale esecuzione di prove, per le quali la Direzione dei lavori si avvale di un laboratorio di cui all'articolo 59 del D.P.R. 380/2001. Tale valutazione deve essere effettuata indipendentemente dalla modalità di produzione del calcestruzzo, che può avvenire sia in cantiere, sia presso un impianto di produzione industrializzata. Quest'ultima modalità presuppone che il calcestruzzo sia prodotto in un impianto di produzione certificato secondo la procedura indicata al § 11.2.8. E' responsabilità del Direttore dei lavori, prima di autorizzare qualsiasi fornitura di calcestruzzo, verificare la documentazione consegnata dal costruttore relativa alla valutazione preliminare del calcestruzzo eseguita dal costruttore e, in caso di produzione in stabilimento, la sussistenza della prevista certificazione rilasciata dagli organismi terzi indipendenti autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale.

#### Prelievo e prova dei campioni

Il prelievo dei provini in concomitanza dell'esecuzione dei getti costituisce un momento

importante dei controlli di sicurezza sulle strutture in calcestruzzo, controlli sanciti dalla Legge n. 1086/71, poi richiamati nel D.P.R. n. 380/2001, e descritti nel § 11.2.5 delle NTC. Per tale motivo al § 11.2.5.3 delle NTC è riportata una serie di prescrizioni relative alle modalità di prelievo dei provini, ai compiti ed alle relative responsabilità attribuite al Direttore dei lavori ed al laboratorio di prove autorizzato. Fondamentale importanza assume, in tale contesto, la corretta modalità di prelievo dei provini di calcestruzzo, al fine di verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quelle stabilite nel progetto; un efficace controllo della qualità del calcestruzzo messo in opera serve infatti a tutelare, oltre che la sicurezza e la qualità dell'opera, anche il fornitore del calcestruzzo stesso e l'impresa che lo mette in opera, oppure ad individuare, in caso di criticità, le precise responsabilità dei predetti attori. Premesso che se il prelievo dei campioni viene effettuato correttamente, i due provini di uno stesso prelievo non possono presentare valori di resistenza sensibilmente differenti, la norma stabilisce che il prelievo (due provini) non può essere considerato valido, ai fini del controllo di accettazione di cui al successivo punto C11.2.5, se la differenza fra i valori di resistenza dei due provini supera il 20% del valore inferiore (NTC, §11.2.4); si rinvia al § 11.2.5.3 delle NTC per le determinazioni da assumersi in tale evenienza. In questo caso il laboratorio emetterà il relativo certificato, in cui sarà chiaramente indicato, per i campioni per cui la suddetta differenza superi il 20% del valore inferiore, che "ai sensi del §11.2.4 del D.M. 17.01.2018 i risultati non sono impiegabili per i controlli di accettazione di cui al §11.2.5 del D.M. 17.01.2018 e che pertanto dovranno applicarsi le procedure di cui al §11.2.5.3, ultimi tre capoversi, dello stesso D.M. 17.01.2018".

#### Controlli di accettazione

È fatto obbligo, al Direttore dei lavori, di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quelle stabilite nel progetto. Qualora i controlli, sia tipo A che di tipo B, non risultino soddisfacenti, si applicano le procedure indicate nel § 11.2.5.3 delle NTC. Ai fini dei controlli di accettazione, si intende per "miscela omogenea" il calcestruzzo che, nell'ambito di una stessa ricetta di base, mantenga costanti i requisiti richiesti in termini di classe di resistenza e classe di esposizione; sono fatte salve lievi modifiche in termini di quantità e/o qualità dei componenti eventualmente necessarie per mantenere le prestazioni richieste.

#### Controlli di accettazione di tipo A

Ai fini di un efficace controllo di accettazione di Tipo A, è necessario che il numero dei provini prelevati e provati sia non inferiore a sei, quindi tre prelievi, anche per getti di calcestruzzo di quantità inferiore a 100 m<sup>3</sup> di miscela omogenea. Premesso che  $R_c$  è il valore di resistenza di prelievo, ovvero il valore medio fra i valori di resistenza dei due provini di uno stesso prelievo, il Controllo di Tipo A è ritenuto accettabile se, per un numero di prelievi uguale a 3, sono verificate entrambe le disuguaglianze:

$$1) R_c, \min \geq R_{ck} - 3,5$$

2)  $R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$  dove: -  $R_c, \min$  è il valore di resistenza di prelievo  $R_c$  minore fra i tre prelievi; -  $R_{cm28}$  è il valore medio fra i tre valori di resistenza di prelievo; il termine 28 indica che i valori considerati sono quelli ottenuti da prove sui provini eseguite a 28 giorni di stagionatura; -  $R_{ck}$  è il valore caratteristico di resistenza di progetto.

Controlli di accettazione di tipo B

Il controllo di Tipo B è obbligatorio quando la quantità di miscela omogenea di calcestruzzo impiegato in un'opera è uguale o superiore a 1500 m<sup>3</sup>. Il controllo di Tipo B è costituito quindi da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Il Controllo di Tipo B è ritenuto accettabile se, per un numero di prelievi non minore di 15, sono verificate entrambe le disuguaglianze:

- 1)  $R_c, \min \hat{A}ck - 3,5$
- 2)  $R_{cm28} \hat{A}ck + 1,48*s$  con  $s$  = scarto quadratico medio.

Qualora la quantità di miscela omogenea da impiegare nell'opera sia maggiore di 1500 m<sup>3</sup>, ai fini del controllo si consiglia la seguente procedura:

- 1) in prima fase, si esegue il controllo sul primo gruppo di 15 prelievi (30 provini);
- 2) successivamente, si esegue il controllo sul secondo gruppo di 15 prelievi;
- 3) contestualmente si esegue anche il controllo su tutti i prelievi disponibili (in questo caso 30);
- 4) si prosegue con la medesima procedura per i successivi gruppi di 15 prelievi, ovvero prima sull'ultimo gruppo di 15, poi sulla somma di tutti i precedenti;
- 5) qualora l'ultimo gruppo disponibile sia inferiore a 15 prelievi, questi si aggiungono al precedente gruppo. I requisiti prestazionali più stringenti, adottati per i controlli di Tipo B, sono finalizzati a garantire la costanza prestazionale della miscela.

In tal senso viene anche precisato che non possono essere accettati calcestruzzi con coefficiente di variazione ( $s/R_m$ ) superiore a 0,3, dove  $s$  è lo scarto quadratico medio e  $R_m$  è la resistenza media dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>). Inoltre, la norma prevede che con coefficiente di variazione superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al § 11.2.7.

Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

In questo paragrafo la norma fornisce una serie di prescrizioni comuni sia ai controlli di Tipo A che di Tipo B, utili ai fini di una corretta esecuzione dei controlli di accettazione. In primo luogo la norma intende sottolineare i compiti attribuiti al Direttore dei Lavori, che deve assicurare la propria presenza alle operazioni di prelievo dei provini di calcestruzzo nella fase di getto, provvedendo sotto la propria responsabilità: - a redigere apposito Verbale di prelievo; - a fornire indicazioni circa le corrette modalità di prelievo; - a fornire indicazioni circa le corrette modalità di conservazione dei provini in cantiere, fino alla consegna al laboratorio incaricato delle prove; - ad identificare i provini mediante sigle, etichettature indelebili, etc.; - a sottoscrivere la domanda di prove al laboratorio, avendo cura di fornire, nella domanda, precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo, la data di prelievo, gli estremi dei relativi Verbali di prelievo, nonché le sigle di identificazione di ciascun provino; - a consegnare i provini presso il laboratorio; - ad acquisire i relativi certificati di prova, che devono pertanto essere sempre consegnati allo stesso Direttore dei Lavori (che ne rende noti i risultati al committente, al collaudatore ed a

quanti ne abbiano titolo) indipendentemente dal soggetto che effettua il pagamento della prestazione del laboratorio. Delle predette operazioni il Direttore dei lavori può incaricare, mediante sottoscrizione di delega scritta, un tecnico di sua fiducia, ferma restando tuttavia la personale responsabilità ad esso attribuita dalla legge. Premesso che la resistenza caratteristica del calcestruzzo è definita convenzionalmente come quella ottenuta dalla prova di rottura a 28 giorni di stagionatura, la Norma ha prescritto, laddove le prove non possano essere eseguite esattamente al 28° giorno di stagionatura, che le stesse siano comunque eseguite entro 45 giorni dalla data di prelievo. Trascorso tale termine, il laboratorio accetterà e sottoporrà a prova il materiale ed emetterà il relativo certificato, in cui sarà chiaramente indicato, per i campioni eventualmente provati oltre il 45° giorno dalla data del prelievo risultante dal verbale di prelievo redatto dal Direttore dei Lavori, che “ai sensi del §11.2.5.3 del D.M. 17.01.2018 le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera”. In tale situazione il Direttore dei Lavori, nell’effettuazione dei controlli integrativi di cui al §11.2.6 delle NTC, valuterà l’approfondimento delle indagini attraverso l’esecuzione di eventuali controlli distruttivi, sulla base della situazione effettivamente riscontrata, dell’esito delle prove e delle motivazioni del differimento nell’esecuzione della prova. Di tale attività si darà riscontro nella Relazione a Strutture ultimate. Qualora la consegna avvenga prima dei 28 giorni, il laboratorio provvede alla corretta conservazione dei provini. Pertanto, tenendo opportunamente conto della possibilità di consegna anticipata dei campioni in laboratorio, il Direttore dei lavori potrà organizzare le proprie attività in modo da ottimizzare il trasporto e la consegna dei provini al laboratorio, che provvederà alla corretta conservazione dei provini ed alla effettuazione delle prove nei tempi stabiliti. Da quanto sopra emerge chiaramente la responsabilità attribuita al Direttore dei Lavori in merito al confezionamento, alla conservazione, custodia e consegna dei provini al laboratorio di cui all’articolo 59 del D.P.R. 380/01, al fine di garantire la necessaria corrispondenza fra il calcestruzzo sottoposto alle prove di accettazione certificate dai suddetti Laboratori e quello impiegato nell’opera, o in una parte o porzione dell’opera stessa, soggetta a controllo. Tale compito, assolutamente necessario a garantire l’efficacia e credibilità della filiera di controllo prevista dalla legge e dalle norme, potrà anche essere esercitato dal Direttore dei Lavori adottando tutte le iniziative che riterrà utili al raggiungimento dell’obiettivo, quali ad esempio garantire e documentare la tracciabilità dei provini mediante l’impiego di idonei strumenti tecnologici (ad esempio con micro-chips o targhette con codici a barre annegati nel calcestruzzo e soggetti a lettura digitalizzata e localizzazione spazio-temporale automatica in cantiere ed in Laboratorio) oppure affidando allo stesso laboratorio ufficiale incaricato il compito di effettuare il prelievo e l’accettazione dei provini in cantiere, occupandosi poi anche della maturazione fino alla stagionatura prevista per le prove. Un ruolo significativo nella procedura di accettazione è svolto dal Laboratorio incaricato di effettuare le prove sul calcestruzzo, il quale, sotto il controllo del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, deve svolgere costantemente la propria attività nel rispetto dei principi di qualità, trasparenza e indipendenza, declinati nei requisiti previsti dalle pertinenti disposizioni normative e ministeriali. In tal senso, il laboratorio deve, di norma:

- certificare solo prove le cui richieste siano regolarmente sottoscritte dal Direttore dei Lavori o altra figura titolata a richiedere prove ufficiali (collaudatore, RUP, CTU, nei casi previsti, etc.); diversamente, in luogo del previsto Certificato ufficiale di prova, il laboratorio rilascia semplice Rapporto di prova, precisando che lo stesso Rapporto di prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71;

- accettare solo richieste di prova in originale, rifiutando richieste non firmate o non firmate in originale (in fotocopia o altro), salvo che le stesse non siano trasmesse via PEC ai sensi del Codice dell'Amministrazione Digitale; in tal caso oltre alla richiesta deve essere conservata (in formato elettronico o cartaceo) anche la mail di trasmissione, dalla quale sia possibile rilevare con certezza l'identità del mittente;
- accettare solo provini di calcestruzzo provvisti di contrassegno; tutti i provini devono essere identificati mediante sigle apposte direttamente dal richiedente, che devono corrispondere, evidentemente, alle sigle riportate sulla richiesta;
- rifiutare provini che rechino segni evidenti che mettano in dubbio il regolare prelievo dall'opera indicata dalla richiesta (ne sono un esempio il segno di vecchie etichette rimosse, ovvero la presenza di altre sigle pregresse rispetto a quelle indicate sulla richiesta);
- verificare le condizioni di planarità e verticalità sui cubetti di calcestruzzo prima di eseguire la prova;
- provvedere alla esecuzione delle prove a compressione conformemente alle norme UNI EN più aggiornate;
- evitare di conservare in laboratorio, anche provvisoriamente, provini che non siano regolarmente accettati e identificati, anche quando non siano destinati a prova o certificazione ufficiale, motivando in questo caso la permanenza in laboratorio;
- riportare sui certificati del calcestruzzo, gli estremi dei verbali di prelievo; in assenza degli estremi dei verbali di prelievo il laboratorio effettua le prove ma, in luogo del Certificato ufficiale valido ai sensi della Legge n. 1086/71, rilascia un semplice Rapporto di prova;
- riportare sempre sui verbali di accettazione e sui certificati il nominativo della persona fisica che ha consegnato il materiale al laboratorio, nonché il ruolo svolto, se diverso dal Direttore dei Lavori;
- attuare le disposizioni impartite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il contenuto minimo dei certificati di prova è descritto nel § 11.2.5.3 delle NTC. Lo stesso § 11.2.5.3 delle NTC ribadisce che: "Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici" e che "La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo", diversamente pertanto il laboratorio non accetterà i relativi campioni. La norma precisa infine che le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale. In tal caso, pertanto, il laboratorio effettua le prove ma, in luogo del certificato ufficiale, rilascia un semplice rapporto di prova. Inoltre, qualora il numero dei provini di calcestruzzo consegnati in laboratorio sia inferiore a sei, il laboratorio effettua le prove e rilascia il richiesto certificato, ma vi appone una nota con la quale segnala al Direttore dei lavori che "il numero di campioni provati dal laboratorio non è sufficiente per eseguire il controllo di Tipo A previsto dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni", tale segnalazione non inficia la validità del certificato, ma costituisce una segnalazione per il Direttore dei Lavori o altri soggetti preposti al controllo. Si evidenzia, infine, che nello spirito di quanto esplicitamente previsto ai §§ 11.2.5.3, 11.3.2.12, 11.3.3.5.4, 11.3.4.11.3, 11.7.10.2, 11.10.1.1, 11.10.2.4, delle NTC, i laboratori di cui all'articolo 59 del D.P.R. 380/2001 incaricati dell'esecuzione delle prove devono conservare i campioni, di calcestruzzo, acciaio o qualsiasi altro materiale sottoposti a prova

per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità, e non più per i venti giorni precedentemente previsti.

## **Art. 12. Acciaio per cemento armato**

### Le forme di controllo obbligatorie

Le nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (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 apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

### La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne 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, in maniera 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 prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere 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 per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione. Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il



produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e 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.

Il 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 prodotto 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 dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 100801, caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

Tabella 16.1 - Numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla 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 dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.

## IDENTIFICAZIONE DELLA CLASSE TECNICA

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10.

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

*Il 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 presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo 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 commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

*Conservazione della documentazione d'accompagnamento*

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

*Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche*

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

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

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate 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 riportare il 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 trasporto del 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.

*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 riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli,

reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche per lecostruzioni.

### Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

### Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente all'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle 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 forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

### I tipi d'acciaio per cemento armato

Le nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati 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. 17 gennaio 2018 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce) FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450C ( $6 \leq \square \leq 50$ mm) B450A ( $5 \leq \square \leq 12$ mm)

L'acciaio per cemento armato B450C

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

- $f_y \text{ nom}$ : 450 N/mm<sup>2</sup>
- $f_t \text{ nom}$ : 540 N/mm<sup>2</sup>

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 $f_{yk}$	$\geq f_y \text{ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_t \text{ nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$	10,0
$(f_y/f_y \text{ nom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	-	-
$\square < 12 \text{ mm}$	4 $\square$	-
$12 \leq \square \leq 16 \text{ mm}$	5 $\square$	-
per $16 < \square \leq 25 \text{ mm}$	8 $\square$	-
per $25 < \square \leq 50 \text{ mm}$	10 $\square$	-

L'acciaio per cemento armato B450A

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

**Tabella 16.4 - Acciaio per cemento armato trafileto a freddo B450A**

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

L'accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (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  $100 \pm 10^\circ\text{C}$  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  $f(0,2)$ .

La prova di piegamento

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di  $20 + 5^{\circ}\text{C}$  piegando la provetta a  $90^{\circ}$ , mantenendola poi per 30 minuti a  $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$  e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno  $20^{\circ}$ . 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 di trazione  $F_m$ , 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 massimo  $F_m$
- $R_m$  è la resistenza a trazione ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ).

La misura di  $A_g$  deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm ad una distanza  $r_2$  di almeno 50 mm o  $2d$  (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza  $r_1$  fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o  $d$  (il più grande dei due).

La norma **UNI EN 15630-1** stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

### Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo

11.3.2.4 nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne 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 della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\phi$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle 16.5 e 16.6.

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

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

### La sagomatura e l'impiego

Le nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (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 quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, 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 avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle nuove norme tecniche.

### Le reti e i tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve 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 come di riportato nella tabella 16.7.

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

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

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci 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 maggiore sulla tensione di snervamento pari a  $450 \text{ N/mm}^2$ . Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse

caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche 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 produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ognisingolo stabilimento.

### 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  $C_{eq}$  è 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 dello 0,03% in massa, a patto che il valore del  $C_{eq}$  venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementiche fissano l'azoto stesso.

### Le tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le 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	$\pm 6$	$\pm 4,5$

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

#### I controlli sistematici

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

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

#### Le prove di qualificazione

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.

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

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

#### Le prove periodiche di verifica della qualità

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

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



tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo  $n = 25$ ). Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo 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 duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

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

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

Tabella 16.10 - Verifica di qualità per ciascuno 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

### 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  $\pm 2\%$ , il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

### 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 prove. 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 da 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.

### 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, 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 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 dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma **UNIEN ISO 15630-1**.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare adesse 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 interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

#### 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 ciascun lotto di 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 in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 16.12. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico, e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il

valore massimo, secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

Tabella 16.12 - Valori di resistenza e di allungamento accettabili

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

### Il 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 lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli dalui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e 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 certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche, e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

## **Art. 13. Acciaio per strutture metalliche**

### Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle 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, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. 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 (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 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.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la 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 posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377**, **UNI 552**, **UNI EN 10002-I** e **UNI EN 10045-1**.

Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee **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			
	$t \leq 40$ mm		$40$ mm $< t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>UNI EN 10025-2</b>				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
<b>UNI EN 10025-3</b>				
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
<b>UNI EN 10025-4</b>				
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
<b>UNI EN 10025-5</b>				
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			
	$t \leq 40$ mm		$40$ mm $< t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>UNI EN 10210-1</b>				
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
<b>UNI EN 10219-1</b>				
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	-	-

### 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 previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

### L'acciaio per strutture saldate

#### La composizione chimica degli acciai

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

### Il processo di saldatura. La qualificazione dei saldatori

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

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 nella norma **UNI EN 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto 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 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 sollevamento e 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 da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica 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, e **UNI EN 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**.

Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati 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 saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata 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 assenza di 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
	A	B	C	D
Riferimento				
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30 mm S275, s ≤ 30 mm	S355, s ≤ 30 mm S235 S275	S235S275S355 S460, s ≤ 30 mm	S235S275S355S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati <sup>1</sup>
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
<sup>1</sup> Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

### I bulloni e i chiodi

#### I bulloni

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, 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 applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

I bulloni – conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme **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 <sup>2</sup> )	240	300	480	649	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

### I bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.6 (viti e dadi), 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 requisiti di cui alla norma europea armonizzata **UNI EN 14399-1**, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. 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 (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

### 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 bulloni provvisori, riscaldamento dei chiodi e successivo alloggiamento e ribaditura), a differenza delle unioni con bulloni più facili e veloci da eseguire. Tuttavia, non è escluso che le chiodature possano essere impiegate in particolari condizioni, come ad esempio negli interventi di restauro di strutture metalliche del passato.

### I connettori a piolo

Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base  $\sqrt{5,65} A_0$ , dove  $A_0$  è l'area della  $L_0$  = sezione trasversale del saggio)  $\geq 12$ ;
- rapporto  $f_t / f_y \geq 1,2$ .

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:  $C \leq 0,18\%$ ,  $Mn \leq 0,9\%$ ,  $S \leq 0,04\%$ ,  $P \leq 0,05\%$ .

### 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 favore di 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  $f_y = ReH$  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 noncontinua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciai e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

### 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 riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole aggiuntive:

- 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, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  deve risultare  $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$ ;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

### Le procedure di controllo su acciai da carpenteria

#### I controlli in stabilimento di produzione

#### 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 merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee 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 garantite 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, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

### Le prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione, con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure



indicate nelle nuove norme tecniche, è fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE, il produttore deve predisporre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, emecchaniche, riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque  $\geq 2000$  t oppure ad un numero di colate o dilotti  $\geq 25$ .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valoricaratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno trenta prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

#### Il controllo continuo della qualità della produzione

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile unanorma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata, e, comunque, un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e, comunque, un saggio ogni 40 t o frazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e 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 gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle 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 allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **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 eventuali risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopraindicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

### La verifica periodica della qualità

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile unanorma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, il laboratorio incaricato deve effettuare periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore, nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di trenta prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno due per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre, il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando 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 massimi per le analisi chimiche.

Nel caso in cui i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non sono 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 sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al servizio tecnico centrale, e ripete la qualificazione dopo 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 comprese tra 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 variazione pari al 6%. Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

### I controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale, su singole colate di quei prodotti che, per 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**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**, e i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme 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.

I controlli nei centri di trasformazioneI 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, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che, però, non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile 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 freddo e lamiere grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto  $\sigma_{t,Rd}$  della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B3 alla norma **UNI EN 1994-1**. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al servizio tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, il centro di produzione deve dichiarare, nelle forme e con le 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 d'acciaio, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato), ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione, e, inoltre, ogni 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 indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

I centri di prelaborazione di componenti strutturali

Le nuove norme tecniche definiscono *centri di prelaborazione o di servizio* quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelaborazione devono rispettare le prescrizioni applicabili, di cui ai centri di trasformazione valevoli per tutti i tipi d'acciaio.

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 essere 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 norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, i controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie **UNI EN 10025**, ovvero le prescrizioni delle tabelle 18.1 e

18.2 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie **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 tabellari.

Deve, inoltre, essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate, e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In 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 assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il direttore tecnico dell'officina deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno 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 documentazione:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, 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 tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle 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 forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8. delle nuove norme tecniche, ove applicabili.

*Le 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 della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano 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 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 indicare 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 centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla 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, deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del servizio tecnico centrale.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *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 secondo le medesime indicazioni valedoli per i centri di trasformazione, effettuando un prelievo di almeno tre saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni per i centri di trasformazione.

### **Art. 14. Elementi costruttivi prefabbricati**

#### *Generalità*

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della

produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli 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, secondo quanto indicato nel presente articolo.

#### 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. 17 gennaio 2018, deve essere caratterizzato almeno da:

- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che neevitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume, o a peso, dei soli componentiliquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini diproduzione e controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

#### Controllo di produzione

Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati, disciplinati dalle norme tecniche per le costruzioni, devono essere idonei ad una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate al 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 scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano 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.

#### Controllo sui materiali per elementi di serie

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricatidi serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni, operando 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 appositi registri 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 aventi causa nella costruzione.

Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a 28 giorni di stagionatura e ai tempi 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 ognicinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo. 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 della 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.

#### 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.

#### Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata

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

#### Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

#### Procedure di qualificazione

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

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, idonea 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 validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni.

#### Qualificazione dello stabilimento

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.

La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione e al sistema di controllo in stabilimento.

Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

#### Qualificazione della produzione in serie dichiarata

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda al servizio tecnico centrale 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.380/2001 e 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 del singolo 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.

#### Qualificazione della produzione in serie controllata

Oltre a quanto specificato per la produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la 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 Superiore dei Lavori Pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo 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.

#### Sospensioni e revoche

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il servizio tecnico centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, ovvero 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 parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, e sono atti definitivi.

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

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione comprende:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto 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 unioni e le eventuali opere di completamento;
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti.
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;
- certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal 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 depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copie dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali 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 all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano 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.

*Norme complementari relative alle strutture prefabbricate*

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

Per *manufatti di produzione occasionale* si intendono i componenti prodotti senza il

presupposto della ripetitività tipologica.

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

#### Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura CE

Per gli elementi strutturali prefabbricati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una 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 controllo della produzione, e i produttori di componenti occasionali – in serie dichiarata e in serie controllata – devono, altresì, provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nelle nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### 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 novembre 1971, n. 1086;
- i componenti per i quali è stata rilasciata la certificazione di idoneità ai sensi degli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 74, n. 64;
- ogni altro componente prodotto in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

#### Prodotti prefabbricati in serie dichiarata

Rientrano in serie dichiarata i componenti di serie che, pur appartenendo ad una tipologia predefinita, 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 qualificazione della produzione di cui al paragrafo 11.8 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto tipo presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture.

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

Rientrano, altresì, in serie dichiarata i componenti di serie costituiti da un tipo compiutamente determinato, 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 provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione secondo le nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al

processo produttivo e al progetto specifico presso il servizio tecnico centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

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

#### Prodotti prefabbricati in serie controllata

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

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

#### Responsabilità e competenze

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia 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 fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

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

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

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

#### Prove su componenti

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

Tali prove sono obbligatorie, in aggiunta alle prove correnti sui materiali di cui al CAPITOLO 10 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, per le produzioni in serie controllata.

#### Norme complementari

Le verifiche del componente devono essere fatte con riferimento al livello di maturazione e di resistenza raggiunto, controllato mediante prove sui materiali di cui al CAPITOLO 10 delle

nuove norme tecniche per le costruzioni ed eventuali prove su prototipo prima della movimentazione del componente e del cimento statico dello stesso.

I dispositivi di sollevamento e movimentazione devono essere esplicitamente previsti nel progetto del componente strutturale e realizzati con materiali appropriati e dimensionati per le sollecitazioni previste.

Il copriferro degli elementi prefabbricati deve rispettare le regole generali dell'art. 60 del presente capitolato speciale.

### Appoggi

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno, sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le 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 capacità portante.

### Realizzazione delle unioni

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

### Tolleranze

Le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente sono quelle indicate dal produttore. Il componente che non rispetta tali tolleranze deve essere giudicato non conforme e, quindi, potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del direttore dei lavori.

Il montaggio dei componenti e il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto esecutivo. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

## **Art. 15. Appoggi strutturali**

### Generalità

Gli appoggi strutturali sono dispositivi di vincolo utilizzati nelle strutture, nei ponti e negli edifici, allo 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 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 1337** e recare la marcatura CE. Si applica il sistema di attestazione della conformità 1. In aggiunta a quanto previsto al citato punto A del paragrafo 11.1 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera.

### Documentazione d'accompagnamento e prove d'accettazione

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare, nell'ambito delle proprie competenze, quanto sopra indicato, e a rifiutare le eventuali forniture prive dell'attestato di conformità. Dovrà, inoltre,

effettuare idonee prove di accettazione, che comprendano in ogni caso la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali, nonché la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche dei materiali componenti, al fine di verificare la conformità degli appoggi a quanto richiesto per lo specifico progetto.

## **Art. 16. Dispositivi antisismici**

### Generalità

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

### 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 secondo modalità differenziate a seconda del tipo e dell'entità dell'azione.

Si distinguono in:

- dispositivi di vincolo del tipo cosiddetto *a 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, consentono tutti i movimenti. Abitualmente sono utilizzati per escludere il sistema di protezione sismica nelle condizioni di servizio, consentendone il libero funzionamento durante il terremoto di progetto, senza modificarne il comportamento;
- dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio, caratterizzati dalla capacità di solidarizzare
  - gli elementi che collegano, in presenza di movimenti relativi rapidi quali quelli sismici, e di lasciarli liberi, o quasi, in presenza di movimenti relativi lenti imposti o dovuti ad effetti termici.
- dispositivi dipendenti dallo spostamento, a loro volta suddivisi in:
  - dispositivi a comportamento lineare o *lineari*, caratterizzati da un legame forza-spostamento sostanzialmente lineare, fino ad un dato livello di spostamento, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla velocità. Nella fase di scarico non devono mostrare spostamenti residui significativi;
  - dispositivi a comportamento non lineare o *non lineari*, caratterizzati da un legame forza- spostamento non lineare, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla 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 spostamento contemporaneamente. Il loro funzionamento è basato sulle forze di reazione causate dal flusso di un fluido viscoso attraverso orifizi o sistemi di valvole;
- dispositivi di isolamento o *isolatori*, che svolgono fundamentalmente la funzione di sostegno dei carichi verticali, con elevata rigidità in direzione verticale e bassa rigidità o resistenza in direzione orizzontale, permettendo notevoli spostamenti orizzontali. A tale funzione possono essere o meno associate quelle di dissipazione di energia, di ricentraggio del sistema, di vincolo laterale sotto carichi orizzontali di servizio (non sismici). Essendo fundamentalmente degli apparecchi di appoggio, essi devono rispettare le relative norme

per garantire la loro pienafunzionalità 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 materiali artificiali idonei) e di acciaio, quest'ultimo con funzione di confinamento dell'elastomero, risultano fortemente deformabili per carichi paralleli alla giacitura degli strati (carichi orizzontali);
- isolatori a scorrimento, costituiti da appoggi a scorrimento caratterizzati da bassi valori delle resistenze per attrito.

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

### *1.1 Procedure di qualificazione*

I dispositivi antisismici devono essere sottoposti a procedure di qualificazione, con verifica della conformità ai requisiti funzionali dichiarati. Tali procedure hanno lo scopo di dimostrare che il dispositivo è in grado di mantenere la propria funzionalità nelle condizioni d'uso previste durante tutta la vita di progetto e devono 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 differenti condizioni di uso, incluse tutte le combinazioni di azioni previste dalle nuove norme tecniche per le costruzioni, che rappresenti correttamente i fenomeni fisici attesi nel funzionamento del dispositivo, in particolare sotto le azioni sismiche;
- prove di qualificazione.

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

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

Le massime differenze tra le caratteristiche meccaniche ottenute nelle prove di qualificazione e i valori di progetto o nelle normali condizioni d'uso, devono essere contenute entro limiti riferiti a variazioni nell'ambito della fornitura, dell'invecchiamento, della temperatura e della frequenza di prova. In particolare, le differenze nell'ambito della fornitura, devono essere riferite ai valori di progetto. Le differenze dovute all'invecchiamento, alla temperatura e alla frequenza di prova, invece, devono essere riferite ai valori nelle normali condizioni di utilizzo che derivano da prove condotte ad una temperatura di  $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

Il campo di temperatura di riferimento per valutare le variazioni è  $-15^\circ\text{C} \div +45^\circ\text{C}$ . Per opere particolari, per le quali le temperature prevedibili non rientrano nel suddetto intervallo, la sperimentazione verrà condotta per campi di temperatura diversi da quelli di riferimento. Per dispositivi operanti in luoghi protetti, si può 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

variazione della frequenza di almeno  $\pm 30\%$ , eccetto per i dispositivi il cui funzionamento dipende dalla velocità per i quali lo studio deve essere esteso ad un campo maggiore.

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

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

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

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

#### *I documenti di accompagnamento delle forniture*

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

## CAPITOLO 3 - MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE

### Art. 17. Calci idrauliche da costruzioni

Le calci da costruzione sono utilizzate come leganti per la preparazione di malte (da muratura e per intonaci interni ed esterni) e per la produzione di altri prodotti da costruzione. La norma **UNI EN459-1** 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 la 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, prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati.

La resistenza a compressione della calce è indicata dal numero che segue dopo la sigla (NHL 2, NHL 3.5 e NHL 5). La resistenza a compressione (in MPa) è quella ottenuta da un provino di malta dopo 28 giorni di stagionatura, secondo la norma UNI EN 459-2.

Le categorie di calci idrauliche NHL-Z e HL sono quelle che in passato ha costituito la calce idraulica naturale propriamente detta.

Il prodotto, che può essere fornito in sacchi o sfuso, deve essere accompagnato dalla documentazione rilasciata dal produttore.

### Art. 18. Laterizi

#### 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 – purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, i quali, dopo asciugamento, verranno esposti a giusta 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 norme UNI vigenti.

#### 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.

#### Controlli di accettazione



I materiali devono essere accompagnati dalla DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

Con la “Dichiarazione di Prestazione” (DoP), dove l’Azienda si assume ogni responsabilità circa le caratteristiche tecniche dichiarate, (ai sensi del Regolamento n.305/ UE), che sono funzionali al loro impiego.

In particolare sono indicati:

- la massa volumica
- le resistenze meccaniche
- la Classe di Reazione al Fuoco
- la “conducibilità termica equivalente” del blocco in condizioni asciutte (UNI EN 1745).

Quest’ultimo dato rappresenta il punto di partenza per la valutazione della “conducibilità termica equivalente della muratura” (considerata formata dai blocchi e dalla malta dei giunti orizzontali e verticali), fino alla determinazione della “trasmissione”.

## **Art. 19. Manufatti di pietre naturali o ricostruite**

### Marmo

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da 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 alabastrici calcarei;
- le serpentiniti;
- le oficalciti.

### Granito

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita 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 quarzo, felspati sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispondenti rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione, come gneiss e serizzi.

### Travertino

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

### Pietra

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna 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 calcareo, ecc.), e varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.). Al secondo gruppo, invece, appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione e alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma **UNI EN 12670**.

### 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 origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi ad eventuali campioni di 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 riferimento;
- avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

### Manufatti da lastre

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- lastre refilate;
- listelli;
- modul marmo/modulgranito.

### Manufatti in spessore

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

- masselli;
- binderi;
- cordoni.

### 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. 20. Prodotti per pavimentazione e controsoffitti**

### Generalità. Definizioni

Si definiscono *prodotti per pavimentazione* quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

I termini funzionali del sottosistema parziale "pavimentazione" e degli strati funzionali che lo compongono 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 liquidi;
- strato di isolamento termico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento termico;
- strato di isolamento acustico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento acustico;
- strato portante: strato strutturale (come, ad esempio, il solaio) atto a resistere ai carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- strato ripartitore: strato avente la funzione di trasmettere le sollecitazioni della pavimentazione allo strato portante;
- strato di compensazione: strato avente la funzione di fissare la pavimentazione e di compensare eventuali dislivelli.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei prodotti, può richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali.

#### Masselli autobloccanti in cls tipo "VIENNA" di PAVER

I percorsi e le aree pedonali avranno una pavimentazione realizzata in masselli autobloccanti in cls di spessore cm. 7, denominati "VIENNA" prodotti dalla PAVER Costruzioni S.p.A., delle dimensioni di cm. 21,8X13,9 17,9X13,9 13,9X13,9, con bordi a spigolo vivo e di colore mix antracite, fumo di Londra, fiammato fumo di Londra, realizzati con inerti ad alta resistenza a granulometria controllata e ottimizzata, con finitura doppio strato al quarzo a superficie ondulata.

Tali masselli dovranno essere marcati CE ed avere tutte le caratteristiche di cui alla normativa UNI EN 1338.

In particolare, per l'accettazione della fornitura, l'azienda fornitrice dovrà:

- essere dotata di Sistema Qualità Certificato secondo la norma UNI EN ISO 9001/2008;
- essere dotata di Certificazione Volontaria di Prodotto secondo il regolamento particolare ICMQ S.p.A. per masselli in calcestruzzo per pavimentazione, in conformità alla norma di riferimento UNI EN 1338;
- garantire che tutti i masselli siano prodotti con il solo impiego di materiali quali ghiaia, sabbie, inerti secondo la UNI EN 12620 e cemento secondo la UNI EN 197;
- di utilizzare, ai sensi del DM 10/05/04, esclusivamente cementi con meno di 2 ppm di Cromo Esavalente Idrosolubile sul peso totale a secco del cemento.
- essere in possesso della asserzione ambientale certificata da ente terzo (ICMQ) secondo la norma UNI EN 14021 ai sensi del D.M. 14/12/2015 (CAM Edilizia Pubblica) per l'utilizzo negli appalti pubblici;

Tale pavimento sarà posato a secco su letto di graniglia, nello spessore variabile di 4/5 cm (massimo), e disposto secondo l'effetto estetico richiesto da progetto. Saranno

opportunamente tagliati con taglierina a spacco tutti i masselli che non potranno essere inseriti integralmente. La pavimentazione sarà successivamente battuta con apposita piastra vibrante e cosparsa in superficie di sabbia fine (granulometria 0 – 2 mm.), pulita e asciutta. La rimozione dell'eccesso di sabbia sarà effettuata dopo un periodo sufficiente a garantire il corretto intasamento dei giunti tra i singoli masselli.

I masselli autobloccanti previsti possiedono la seguente caratteristica di resistenza allo scivolamento verificata con Metodo USRV con valore  $\geq$  a 60

#### Masselli autobloccanti in cls drenanti rinverditi

Per la zona adibita ad area sosta per i clienti dell'attività commerciale "Fisherlandia" il progetto prevede una pavimentazione drenante in masselli autobloccanti, spessore 10cm, di calcestruzzo vibro compresso doppio strato, con finitura quarzo, prodotta solo con inerti naturali da azienda dotata di Certificazione di Qualità UNI EN ISO 9001 e Certificazione Ambientale UNI EN ISO 14001. La pavimentazione deve rispondere alle prestazioni ambientali in accordo al punto 2.4.1.2 del D.M. 11/10/2017 (CAM), con un contenuto di materia riciclata  $\geq$ 5%, tale specifica deve essere accompagnata da una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale auto dichiarata, conforme alla norma ISO 14021. La percentuale di superficie drenante di ogni elemento, idonea per il riempimento terriccio vegetale (come previsto dal progetto) deve essere non inferiore al 56%. La pavimentazione deve essere costituita da due strati, di cui lo strato superficiale con spessore  $\geq$  4 mm e realizzato con una miscela di quarzi di granulometria massima 2 mm. La pavimentazione è composta da elementi di dimensioni 50x50 cm. La resistenza agli agenti climatici deve essere almeno Classe 2, marcatura B (assorbimento d'acqua % in massa 60. Con riferimento alla misura dell'angolo limite di scivolamento, condotto secondo la DIN 51097, tale angolo deve essere  $\geq$ 25°, ovvero Classe C-Eccellente. La massa volumica non dovrà essere inferiore a 2200 kg/m<sup>3</sup>.

#### 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 aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una 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, solitamente 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 tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni,

tolleranze, aspetto, ecc.) e a quanto prescritto nell'articolo sui prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale. Le lastre finite, marmette, ecc., hanno tolleranza di 1 mm sulla larghezza e lunghezza e di 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte). Le forniture avverranno su pallets e i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

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

#### Lastre in granito sardo rosato

Il progetto prevede che la pavimentazione di scale e rampe sia in lastre di granito sardo rosato.

Il granito è una pietra di origine vulcanica molto dura e resistente all'abrasione e compressione, molto adatta per pavimentazioni in ambiente esterno.

Per la posa delle lastre si realizzerà un massetto armato di sottofondo sul quale verrà posato il pavimento con lastre di pietra naturale in granito sardo rosato su malta di fissaggio di spessore 2 cm. La superficie delle lastre sarà fiammata, gli altri lati saranno segati e finiti a piano sega; le lastre avranno dimensione 30x60 cm e due differenti spessori: spessore di 2 cm per le alzate dei gradini, spessore 3 cm per le pedate dei gradini e per il rivestimento orizzontale delle rampe.

Le lastre in pietra saranno posate a mano secondo lo schema di posa e le disposizioni tecniche definite negli elaborati grafici del progetto esecutivo e verificate in cantiere dalla D.L.

Come da disegno, le lastre saranno perfettamente accostate con fughe della larghezza di 0,5 cm sigillate con boiaccia cementizia di colore nero.

Il materiale dovrà essere conforme alla campionatura che, in precedenza alla fornitura, sarà depositata e sottoposta all'approvazione della Direzione dei Lavori e della Direzione Artistica.

#### Cordolo in granito sardo rosato

Fornitura e posa in opera di cordoli di granito sardo rosato, posati a correre su strato di allettamento in sabbia mista cemento (spessore 4 cm), per la realizzazione di cordoli di separazione, secondo lo schema di posa e le disposizioni tecniche definite negli elaborati grafici del progetto esecutivo e verificate in cantiere dalla D.L.

I cordoli saranno quadrati e regolari, posati a raso rispetto alle lastre in pietra, e avranno le seguenti dimensioni:

- arghezza fissa di cm 10 e lunghezza variabile
- arghezza fissa di cm 30 e lunghezza variabile

Il materiale dovrà essere conforme alla campionatura che in precedenza alla fornitura sarà depositata e sottoposta all'approvazione della Direzione dei Lavori e della Direzione Artistica.

#### Cordolo stradale in cemento armato

Cordoli di contenimento in calcestruzzo vibro compresso monoimpasto marcati CE (a norma

UNI EN 1340), di dimensioni 30 cm di spessore e lunghezza variabile, finitura "Standard", colore Grigio, prodotti solo con inerti naturali da azienda certificata ISO 9001 (Qualità) e ISO 14001 (Certificazione Ambientale).

*Pavimentazione in conglomerato drenante tipo "Biostrasse"*

La pista ciclabile sarà realizzata in conglomerato drenante ecocompatibile, tipo BIOSTRASSE, legato mediante un sistema che preveda l'utilizzo di:

- idonea miscela di aggregati monogranulari: la specifica composizione granulometrica dovrà garantire in miscela una capacità drenante superiore a 1000 L/mq\*min ed un indice dei vuoti compreso tra 15 e 20%,
- legante tradizionale (cemento)
- BIOSTRASSE, composto additivo liquido polifunzionale appositamente formulato per migliorare la reologia di miscele drenanti realizzate con legante idraulico tradizionale, facilitandone la stesura sia manuale che meccanizzata. Agisce da ritentore idrico favorendo una corretta idratazione del legante e il rapido raggiungimento delle caratteristiche meccaniche idonee all'utilizzo della pavimentazione realizzata. Consente una migliore adesione tra pasta legante ed aggregato, a compensazione della mancanza di fini caratteristica di questo tipo di miscele. Inoltre funge da fluidificante, a totale beneficio delle caratteristiche di resistenza meccanica, resistenza ai cicli di gelo/disgelo e di durabilità delle pavimentazioni realizzate, attraverso la riduzione del rapporto acqua/legante. Il sistema dovrà garantire la totale assenza di sostanze inquinanti e pericolose, nel rispetto di tutti i parametri relativi ai materiali pericolosi previsti nella tabella 1 allegata alla norma europea EN 12457-1 EN 12457-2 EN 12457-3/1 EN 12457-3/2 EN 12457-4, con conseguente possibilità di utilizzo in zone con limitazioni ambientali (aree S.I.C., Z.P.S., Z.S.C.)
- acqua di impasto.

Gli aggregati utilizzati saranno costituiti da pietrischi monogranulari selezionati con pezzatura 8/12 mm e devono presentare le seguenti caratteristiche, da attestarsi preventivamente con idonee prove di laboratorio geotecnico:

- Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)  $\leq 25$
- Indice di appiattimento  $\leq 10$ ,
- Assorbimento d'acqua classe WA24 1,
- Durabilità al gelo/disgelo classe F1.

I dosaggi nel mix dovranno garantire una resistenza a compressione uniassiale a 28 giorni di maturazione, eseguita su provini cubici di 150 mm di lato (UNI EN 12390-3) confezionati con tavola vibrante, non inferiore a 20 MPa.

Le suddette prestazioni, così come il corretto rapporto acqua/legante della miscela, dovranno essere individuate con opportuna formulazione del mix-design in sede di prequalifica di laboratorio e successivamente verificate nella messa in opera effettiva della pavimentazione con idonei controlli e prelievi eseguiti da un laboratorio geotecnico.

Prima di procedere alla stesa dello strato miscelato andranno verificate, tramite prove di carico su piastra (CNR 146), le caratteristiche di portanza del sottofondo, che non dovrà presentare valori inferiori a 50 MPa per pavimentazioni ad uso esclusivamente

ciclopedonale e a 80 MPa per pavimentazioni ad uso carrabile (come nel caso di progetto) con eventuale ed occasionale transito di mezzi pesanti (mezzi oltre le 3,5 T come mezzi di soccorso, mezzi per VVF e mezzi necessari per la manutenzione). Quest'ultimo dovrà inoltre essere realizzato con pendenze tali da favorire l'allontanamento delle acque percolanti in conformità anche con le eventuali prescrizioni progettuali.

La messa in opera dovrà avvenire a mano o tramite vibrofinitrice immediatamente dopo la miscelazione e dovrà essere eseguita "a regola d'arte", correggendo tempestivamente eventuali difetti, per garantire idonee ed omogenee caratteristiche di portanza e durabilità della pavimentazione. Eventuali interruzioni e successive riprese di stesa dovranno essere eseguite tramite realizzazione di un taglio verticale dello strato realizzato e ridossamento del nuovo materiale.

Lo spessore minimo a compattazione avvenuta dovrà risultare costante e pari a 8 cm.

Procedendo con la stesa, al termine della compattazione che dovrà avvenire con mezzi idonei, la pavimentazione dovrà essere tempestivamente e progressivamente protetta dall'asciugatura superficiale precoce, in modo da consentirne una corretta maturazione: questo sarà realizzato tramite trattamento immediato con un prodotto coadiuvante in dispersione acquosa ad azione antievaporante specifico per il trattamento superficiale di pavimentazioni realizzate con inerte naturale legato e stabilizzato tipo CURING o similari, applicato a spruzzo a bassa pressione in quantitativo di 250/300 g/mq; in alternativa, o come ulteriore precauzione nel caso di condizioni di esposizione particolarmente sfavorevoli (forte irraggiamento solare, elevate temperature, presenza di vento), la pavimentazione dovrà necessariamente venire ricoperta con tessuto-non-tessuto mantenuto umido per un periodo di 3-4 giorni. Non dovrà inoltre essere consentito alcun transito sulla stessa nei 4 giorni successivi la stesa.

Il prodotto dovrà consentire la progettazione e l'esecuzione dei lavori nel rispetto dei criteri 2.3.2, 2.3.3, 2.5.2 del CAM **Affidamento di servizi di progettazione e affidamento di lavori per interventi edilizi (approvato con DM 23 giugno 2022 n. 256, G.U. n. 183 del 6 agosto 2022 - in vigore dal 4 dicembre 2022)** attualmente vigente.

#### Sottofondo stradale ecocompatibile in conglomerato drenante tipo "Bioland"

Al di sotto dello strato in conglomerato drenante tipo 2Biostrasse" è prevista la realizzazione di un sottofondo drenante per pavimentazione ecocompatibile, tipo BIOLAND, legato mediante un sistema che preveda l'utilizzo di:

- idonea miscela di aggregati monogranulari: la specifica composizione granulometrica dovrà garantire in miscela una capacità drenante superiore a 200 L/mq\*min ed un indice dei vuoti compreso tra 15 e 20%,
- legante tradizionale (cemento) BIOLAND, composto additivo liquido polifunzionale appositamente formulato per migliorare la reologia di miscele drenanti realizzate con legante idraulico tradizionale, facilitandone la stesura sia manuale che meccanizzata. Agisce da ritentore d'acqua favorendo una corretta idratazione del legante ed il rapido raggiungimento delle caratteristiche meccaniche idonee all'utilizzo della pavimentazione realizzata. Consente una migliore adesione tra pasta legante ed aggregato, a compensazione della mancanza di fini caratteristica di questo tipo di miscela. Inoltre funge da fluidificante, a totale beneficio delle caratteristiche di

resistenza meccanica, resistenza ai cicli di gelo/disgelo e di durabilità delle pavimentazioni realizzate, attraverso la riduzione del rapporto acqua/legante. Il sistema dovrà garantire la totale assenza di sostanze inquinanti e pericolose, nel rispetto di tutti i parametri relativi ai materiali pericolosi previsti nella tabella 1 allegata alla norma europea EN 12457-1 EN 12457-2 EN 12457-3/1 EN 12457-3/2 EN 12457-4, con conseguente possibilità di utilizzo in zone con limitazioni ambientali (aree S.I.C., Z.P.S., Z.S.C.)

- acqua di impasto.

Gli aggregati utilizzati saranno costituiti da pietrischi monogranulari selezionati con pezzatura 16/22 mm e devono presentare le seguenti caratteristiche, da attestarsi preventivamente con idonee prove di laboratorio geotecnico:

- Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)  $\leq 25$
- Indice di appiattimento  $\leq 10$ ,
- Assorbimento d'acqua classe WA24 1,
- Durabilità al gelo/disgelo classe F1.

I dosaggi nel mix dovranno garantire una resistenza a compressione uniassiale a 28 giorni di maturazione, eseguita su provini cubici di 150 mm di lato (UNI EN 12390-3) confezionati con tavola vibrante, non inferiore a 10 MPa.

Le suddette prestazioni, così come il corretto rapporto acqua/legante della miscela, dovranno essere individuate con opportuna formulazione del mix-design in sede di prequalifica di laboratorio e successivamente verificate nella messa in opera effettiva della pavimentazione con idonei controlli e prelievi eseguiti da un laboratorio geotecnico.

Prima di procedere alla stesa dello strato miscelato andranno verificate tramite prove di carico su piastra (CNR 146) le caratteristiche di portanza del sottofondo, che non dovrà presentare valori inferiori a 50 MPa per pavimentazioni ad uso esclusivamente ciclopedonale e a 80 MPa per pavimentazioni ad uso carrabile (come nel caso di progetto) con eventuale ed occasionale transito di mezzi pesanti (mezzi oltre le 3,5 T come mezzi di soccorso, mezzi per VVF e mezzi necessari per la manutenzione). Quest'ultimo dovrà inoltre essere realizzato con pendenze tali da favorire l'allontanamento delle acque percolanti in conformità anche con le eventuali prescrizioni progettuali.

La messa in opera dovrà avvenire a mano o tramite vibrofinitrice immediatamente dopo la miscelazione e dovrà essere eseguita "a regola d'arte", correggendo tempestivamente eventuali difetti, per garantire idonee ed omogenee caratteristiche di portanza e durabilità della pavimentazione. Eventuali interruzioni e successive riprese di stesa dovranno essere eseguite tramite realizzazione di un taglio verticale dello strato realizzato e ridossamento del nuovo materiale.

Lo spessore minimo a compattazione avvenuta dovrà risultare costante e pari a 12 cm.

Procedendo con la stesa, al termine della compattazione che dovrà avvenire con mezzi idonei, la pavimentazione dovrà essere tempestivamente e progressivamente protetta dall'asciugatura superficiale precoce, in modo da consentirne una corretta maturazione: questo sarà realizzato tramite trattamento immediato con un prodotto coadiuvante in



dispersione acquosa ad azione antieaporante specifico per il trattamento superficiale di pavimentazioni realizzate con inerte naturale legato e stabilizzato tipo CURING o similari, applicato a spruzzo a bassa pressione in quantitativo di 250/300 g/mq; in alternativa, o come ulteriore precauzione nel caso di condizioni di esposizione particolarmente sfavorevoli (forte irraggiamento solare, elevate temperature, presenza di vento) la pavimentazione dovrà necessariamente venire ricoperta con tessuto-non-tessuto mantenuto umido per un periodo di 3-4 giorni. Non dovrà inoltre essere consentito alcun transito sulla stessa nei 4 giorni successivi la stesa.

Il prodotto dovrà consentire la progettazione e l'esecuzione dei lavori nel rispetto dei criteri 2.3.2, 2.3.3, 2.5.2 del CAM **Affidamento di servizi di progettazione e affidamento di lavori per interventi edilizi (approvato con DM 23 giugno 2022 n. 256, G.U. n. 183 del 6 agosto 2022 - in vigore dal 4 dicembre 2022)** attualmente vigente.

### Percorsi podotattili LOGES

Percorsi tattili con rilievi trapezoidali o emisferici equidistanti; con altezza dei rilievi non inferiore a mm 3 e larghezza in accordo con la tabella 3 - "WT6" della CEN/TS 15209; con distanza tra i rilievi in accordo con la tabella 1 - "S9" della CEN/TS 1520 costruito in cemento vibrocompresso.

I singoli elementi tattili hanno dimensioni variabili da cm 30x40 con spessore di mm 20 per le lastre e mm 50 per i masselli, colorazione superficiale atta ad ottenere un coefficiente di contrasto di luminanza non inferiore a 0,4 con la pavimentazione circostante.

Le caratteristiche fisico-meccaniche degli elementi tattili sono tali da rendere gli stessi antisdruciolevoli, antigelivi e di tipo carrabile per i masselli.

I manufatti sono costituiti da due strati di cui quello superiore, o strato nobile, di spessore variabile da mm 10 a mm 20 in relazione alla dimensione del manufatto, è composto di un impasto di cemento Portland R42.5, scaglie di pietre naturali a granulometria mm 3-5, sabbie calcaree e ossidi inorganici Bayer per dare alla superficie la colorazione richiesta; mentre quello inferiore, o strato di sottofondo, è composto di un impasto semi umido di cemento Portland R42.5, inerti di cava selezionati con granulometria mm 3-6, sabbie calcaree e porfiriche.

Le caratteristiche ed i controlli di produzione sono rispondenti ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 1339.

Il progetto prevede la posa di due differenti tipologie di LOGES:

- masselli di spessore 50 mm posti per tutta la lunghezza del percorso,
- lastre di spessore 20 mm poste in corrispondenza di scale e rampe

Di seguito i differenti codici presenti nel progetto:

- LOGES Attenzione servizio sp. 5 cm
- LOGES Attenzione servizio sp.2 cm
- LOGES Pericolo valicabile sp. 5 cm
- LOGES Pericolo valicabile sp. 2 cm
- LOGES Direzione rettilinea sp. 5 cm
- LOGES Pericolo assoluto sp. 5 cm
- LOGES Svolta sp. 5 cm

- LOGES Incrocio tipo sp. 5 cm

### Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiolevole

Per *pavimentazione antisdrucchiolevole* si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (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 lucidanti o di 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 base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione e i sovraccarichi previsti, nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.

I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro.

I grigliati ad elementi paralleli devono, comunque, essere posti con gli elementi ortogonali alla direzione di marcia.

## **Art. 21. Vernici, smalti, pitture, ecc.**

### Generalità

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

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

### Vernici protettive antiruggine

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

### Smalti

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

### Diluenti

I diluenti da impiegarsi devono essere del tipo prescritto dal produttore delle vernici e degli

smaltiadottati.

In ogni caso, devono essere di tipo e composizione tale da non alterare né sminuire minimamente le caratteristiche del prodotto da diluire.

#### Idropitture a base di cemento

Le idropitture a base di cemento devono essere preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%.

La preparazione della miscela deve essere effettuata secondo le prescrizioni della ditta produttrice, e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

#### Idropitture lavabili

Devono essere a base di resine sintetiche con composizione adatta per gli impieghi specifici, rispettivamente per interno o per esterno.

Trascorsi 15 giorni dall'applicazione, devono essere completamente lavabili senza dar luogo a ammollimenti dello strato, alterazioni della tonalità del colore o altri deterioramenti apprezzabili.

#### Latte di calce

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

#### 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 acetato di polivinile.

La diluizione deve essere fatta nelle proporzioni suggerite dal produttore.

#### Coloranti e colori minerali

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

#### Stucchi

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

#### Accettabilità delle Vernici, smalti, pitture, ecc.

L'appaltatore dovrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori

### **Art. 22. Sigillanti, adesivi e geotessili**

Sigillanti

Si definiscono *sigillanti* i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla 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 supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

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'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti, o per altri usi 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 intendono 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 decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- proprietà meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Adesivi per piastrelle

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino ad ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5°C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

Adesivi per rivestimenti ceramici

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino ad ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5°C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

*1.2 Geotessili*

Si definiscono *geotessili* i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) e in coperture.

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 trattamento meccanico (agugliatura), chimico (impregnazione), oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

I geotessili sono caratterizzati da:

- filamento continuo (o da fiocco);
- trattamento legante meccanico (o chimico o termico);

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

*1.3 Accettabilità Sigillanti, adesivi e geotessili*

L'appaltatore dovrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori

**Art. 23. Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.**Tubi in acciaio

In generale, un primo riferimento è dato dalle istruzioni della C.M. 5 maggio 1966, n. 2136, che riporta le prescrizioni per i tubi di acciaio per acquedotti, ricavati da lamiere curvate con saldature longitudinali o elicoidali, con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere. Tali indicazioni, però, devono essere integrate con le norme UNI applicabili.

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità, e avere, di norma, caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle **UNI EN 10025**, o caratteristiche analoghe, purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm<sup>2</sup>;
- 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 quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

### 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 doppio del diametro del tubo;
  - in più: limitate dalle tolleranze sul peso;
  - diametro esterno  $\pm 1,5\%$  con un minimo di 1 mm.
- diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una 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'esecuzione a 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  $7,85 \text{ kg/cm}^3$  sono ammesse le seguenti tolleranze:
  - sul singolo tubo: + 10%; - 8%;
  - per partite di almeno 10 t:  $\pm 7,5\%$ .

### Tipologie tubi

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati, e ad ogni diametro deve corrispondere una 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*.

### 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.

#### *1.4 Rivestimento interno*

Il rivestimento interno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. Lo spessore minimo del rivestimento è previsto dalla norma **UNI ISO 127**

I tubi devono essere trattati all'interno con un adeguato rivestimento, a protezione della

superficie

metallica 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 essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo dovrà agire praticamente come armatura.

### 1.5 Rivestimento esterno

I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati mediante (**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, meccanica, ecc.) si rimanda alla citata norma **UNI ISO 127**.

La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestimento ancora caldo e non indurito e prima dell'applicazione della protezione antisolare. Negli altri, la protezione 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 tubazione o in stabilimento. In generale, la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento, per favorirne l'aderenza.

Tabella 44.1 - Tubazioni in acciaio serie leggera

DN	Diametro esterno	Spessore s [mm]	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D [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 1/4
40	48,3	2,9	48,6	47,8	3,24	3,28	1 1/2
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 1/2
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

	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno	Massa lineica	
--	------------------	----------	------------------	---------------	--

DN	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	Designazione abbreviata della filettatura
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]	
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%

### 1.6 Tubazioni in gres

I tubi e gli elementi complementari in gres devono essere realizzati con impasti omogenei di argille idonee, sottoposte successivamente a cottura ad alte temperature. Le superfici degli elementi possono essere verniciate sia internamente che esternamente, ad eccezione del bicchiere di giunzione e della punta delle 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 complementari di gres a giunzione flessibile con o senza manicotto, destinati alla costruzione di sistemi di fognatura.

### 1.7 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 citata norma **UNI EN 295-1**. La tolleranza ammessa per i tubi e per gli elementi complementari deve essere contenuta entro  $- 1\%$  e  $+ 4\%$ , con un minimo di  $\pm 10$  mm.

### 1.8 *Sistemi di giunzione*

Le caratteristiche del materiale impiegato e gli aspetti funzionali delle giunzioni, sono indicati dallanorma **UNI EN 295** (parti 1, 2 e 3).

La giunzione si fabbrica in stabilimento, colando resina poliuretanica liquida attorno alla punta eall'interno del bicchiere dei tubi e pezzi speciali di gres.

Gli elementi di tenuta in poliuretano, sottoposti alle prove previste dal punto 15 della norma **UNIEN 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:  $\geq 2$  N/mm<sup>2</sup>;
- allungamento a rottura:  $\geq 90\%$ ;
- durezza:  $67 \pm 5$  shore A.

Le tubazioni e i pezzi speciali sono predisposti, per la posa in opera, con il bicchiere verso monte, entro il 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 e tenuta idraulica nei confronti di una pressione interna o esterna di 50 kN/m<sup>2</sup> (0,5 bar) 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 600-800 e di 10 mm/m per DN > 800.

Il collegamento tra le tubazioni si realizza per semplice infilaggio della punta in gres nel bicchiere munito di anello in gomma.

Nel caso di utilizzo di condotte con sezione ridotta, per esempio allacciamenti, queste possono presentare un nuovo sistema di giunzione realizzato con il posizionamento in fabbrica di un anello in gomma all'interno del bicchiere della tubazione.

### 1.9 *Tubazioni in PVC*

Le principali norme di riferimento per le condotte in PVC pieno 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**.

### 1.10 *Tubazioni per adduzione d'acqua*

La norma **UNI EN 1452-1** specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni di policloruro di vinilnon 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 e 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 interrato;
- 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 per usi generali.

La norma è anche applicabile ai componenti per l'adduzione d'acqua fino 45°C compresi.

#### *1.11 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 costituire un pericolo tossico, organoleptico o microbiologico, o per influenzare negativamente la fabbricazione o le proprietà di incollaggio del prodotto, o, ancora, per influire negativamente sulle sue proprietà, fisiche o meccaniche (in particolare la resistenza agli urti e la resistenza meccanica a lungo termine), come definito in 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 tubo;

- 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 se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

#### *1.12 Aspetto e colore dei tubi*

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono 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 tutto il loro spessore. Per le applicazioni sopra terra non devono essere impiegati tubi di colore crema. In considerazione dell'eventuale esposizione ai raggi solari, un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non deve compromettere l'idoneità del tubo all'impiego e costituire un conseguente motivo di rifiuto della fornitura.

La parete del tubo deve essere opaca e non deve trasmettere più dello 0,2% della luce visibile, misurata secondo la norma **UNI EN 578**. Questo requisito non è applicabile ai tubi di colore crema.

### 1.13 Caratteristiche geometriche

I tubi devono essere dei formati (SDR) previsti dalla premessa nazionale alla norma **UNI EN 1452** e avere dimensioni conformi ai valori riportati nei prospetti 1, 2 e 3 del CAPITOLO 5 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 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

La lunghezza nominale del tubo, normalmente di 6 m, deve essere una lunghezza minima, che non deve comprendere la profondità delle parti del bicchiere.

Tabella 44.8 - Spessori minimi di parete dei tubi

Diametro esterno nominale $d_n$ [mm]	Spessore di parete nominale (minimo) [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		

#### 1.14 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 norma **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.

#### 1.15 Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati

I tubi con estremità lisce da utilizzare con guarnizioni elastomeriche o con bicchieri incollati, devono essere 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.

#### 1.16 Guarnizioni di tenuta

Il materiale impiegato per gli anelli di tenuta utilizzati nelle giunzioni dei tubi deve rispondere alla norma **UNI EN 681-1** e deve essere conforme alla classe appropriata. Le guarnizioni devono essere assolutamente atossiche secondo le normative cogenti.

#### 1.17 Marcatura

I particolari della marcatura devono essere stampati o formati direttamente sul tubo a intervalli massimi di 1 m, in modo che dopo immagazzinamento, esposizione alle intemperie, maneggio e posa in opera, la leggibilità sia mantenuta durante l'uso del prodotto. La marcatura non deve provocare fessure o altri tipi di deterioramento del prodotto. Il colore delle informazioni stampate deve essere differente dal colore di base 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 seguenti 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, riportare una marcatura con la parola *acqua*.

#### 1.18 Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione

#### 1.19 Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi

Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati, consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione.

Il PVC nei tubi deve essere almeno l'80% sulla miscela totale.

Il PVC nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla miscela totale.

La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina PVC nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalle norme di riferimento.

### 1.20 Dimensioni dei tubi

I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma **UNI EN 1401** CAPITOLO 5, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori dovranno essere conformi alla tabella 44.10.

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	-	-

### Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti 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 e UD;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- indicazione del materiale (PVC-U);
- dimensione nominale (DN/OD);
- spessore minimo di parete (SDR);
- rigidità anulare nominale (SN);
- informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

### 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 di qualità) 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 specifico riferimento al contenuto minimo di resina PVC  $\geq 80\%$  in massa per i tubi.

### Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

#### Materiale di base

I tubi e i raccordi devono essere realizzati con PVC-U e adeguati additivi.

Il contenuto di PVC deve essere maggiore o uguale all'80% per tubi e all'85% per i raccordi. Il valore di PVC deve essere determinato con metodo in base alla norma **UNI EN1905**.

È ammesso l'utilizzo di materiale non vergine, secondo le modalità specificate dall'allegato A della norma **UNI EN 1329-1**.

#### 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:

- codice B: per l'area di applicazione dei componenti destinati all'uso sopra terra all'interno degli edifici o 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 collegati 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**.

#### 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 struttura degli edifici (marcati con sigla B) e nel sottosuolo entro la struttura degli edifici (marcati con sigla BD). La lunghezza dei tubi non comprende il bicchiere.

Per l'uso di tubazioni interrate nell'area interna della struttura dell'edificio, si intendono solamente i componenti (marcati BD) con diametro esterno nominale uguale o maggiore di 75 mm.

#### Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche sono le seguenti:

- il diametro esterno nominale è compreso tra 32-315 mm;
- l'ovalizzazione è  $\leq 0,024 d_n$ ;
- 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 del  $d_n$  e 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.

#### Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate dalla resistenza all'urto e per aree fredde con urto a – 10°C.

#### 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.

#### Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite, ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il grigio.

#### Raccordi

I raccordi possono essere realizzati con due sistemi di giunzione:

- bicchiere a guarnizione monolabbro;
- bicchiere ad incollare.

#### Guarnizioni di tenuta

La guarnizione di tenuta non deve presentare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non deve 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 (TPE) devono, inoltre, essere conformi ai requisiti prestazionali a lungo termine specificati nel prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

#### Adesivi

Gli adesivi impiegati devono essere colle a solvente e devono essere specificati dal fabbricante dei tubi o 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 causare la mancata rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti previsti dal prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

### Emissione di rumore

I sistemi di tubazioni devono garantire un'emissione di rumore inferiore a quanto previsto dal

D.P.C.M. 5 dicembre 1991, che per impianti a funzionamento discontinuo prevede un limite di 35 dB misurato in opera 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 13051** 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.

### Procedura di controllo della produzione

L'azienda produttrice deve esibire la procedura di controllo della produzione secondo la norma **UNI EN ISO 9001/2000** e con procedure assimilabili ed esibire certificazioni di qualità dei sistemi di tubazioni rilasciate da enti riconosciuti e qualificati Sincert.

### Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1329-1**, con intervalli di massimo 1 m, e contenere almeno le seguenti informazioni:

- 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 contenere 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, non deve essere ritenuta conforme.

### Tubazioni di fibrocemento

#### 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 rinforzato con 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 vietato la fabbricazione e l'impiego di manufatti d'amianto cemento, fissando severe



disposizioni per lo smaltimento dei rifiuti di tale materiale, pertanto è consentito l'impiego solo di prodotti NT (tecnologia senza amianto).

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 carico agente sulla superficie interna unitaria, che è di 60, 90 o 120 kN/m<sup>2</sup>. In particolare, i carichi minimi di rottura devono essere conformi a quelli del prospetto 7 della norma **UNI EN 588-1**, validi per diametro nominale fino a 1000. Per diametri nominali superiori dovrà farsi riferimento a quanto riportato al punto 4.7.1 della norma **UNI EN 588-1**.

Per l'accettazione da parte del direttore dei lavori, i tubi devono essere privi di scheggiature, difetti di 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**.

### Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dal punto 4.1.1 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 NT.

La denominazione dei tubi e degli accessori dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- lunghezza;
- serie (se necessario);
- sigla NT.

In particolare per i giunti, la marcatura dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- sigla NT.

### Giunti, raccordi e guarnizioni

I giunti per i tubi potranno essere a bicchiere o a manicotto. I giunti e i raccordi devono presentare caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibrocemento devono soddisfare le norme vigenti per i relativi materiali.

I giunti devono resistere ad una pressione idrostatica interna o esterna di  $100 \pm 10$  kPa.

Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, devono

essere conformi alle prescrizioni della norma **UNI EN 681-1** (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativa emanata sull'argomento.

### Tubi in polietilene (PE)

#### Polietilene

La norma **UNI EN 1519-1** specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e il sistema di tubazioni dipolietilene (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 PE di seguito indicati:
- a estremità liscia;
- con bicchiere munito di guarnizione elastomerica;
- per giunti per fusione di testa;
- per giunti elettrofusi;
- per giunti meccanici.

#### Composizione del PE

La composizione per tubi e raccordi deve essere costituita da materiale di base polietilene (PE), al quale 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 stampati conformi, tranne che per i requisiti dello spessore di parete e/o stampati di PE conformi alle caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale, come richiesto dalla norma **UNI EN 1519-1**.

#### Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici per indicare l'areadi 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 pareti;
- codice D: per l'area di applicazione al disotto del fabbricato ed entro 1 m di distanza dal fabbricato per tubi 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.

#### Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite, ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il nero.

#### Spessore di parete

Lo spessore di parete  $e$  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, fino a  $1,25 e_{min}$ , purché lo spessore di parete medio  $e_m$  sia minore o uguale a quello specificato,  $e_{m,max}$ .

#### Tipi di raccordo

La norma **UNI EN 1519-1** si applica ai seguenti tipi di raccordo (ma ne sono ammessi anche altritipi):

- curve:
- senza o con raggio di curvatura (**ISO 265**);
- codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere;
- a segmenti saldati di testa.

Gli angoli nominali preferenziali  $\alpha$  dovrebbero essere da  $15^\circ$ ,  $22,5^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $67,5^\circ$ ,  $80^\circ$ , oppure compresi tra  $87,5^\circ$  e  $90^\circ$ .

- 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  $\alpha$  dovrebbe essere da  $45^\circ$ ,  $67,5^\circ$ , oppure compreso tra  $87,5^\circ$  a  $90^\circ$ .

- 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.

#### 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.

### Polietilene reticolato (PE-X)

I tubi di polietilene reticolato sono ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ionizzanti o azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pressione e con temperature fino a 80°C.

I tubi di polietilene reticolato (PE-X) possono essere utilizzati nella realizzazione degli impianti di distribuzione dell'acqua potabile (calda e fredda).

Negli impianti sanitari, i tubi di PE-X devono essere installati all'interno di una guaina (tubo corrugato) di colore rosso o blu per poter individuare con facilità la tipologia del circuito e per poter rimpiazzare rapidamente e senza difficoltà tratti di tubazione danneggiati.

Le curvature più strette, le diramazioni o i collegamenti devono essere realizzati con raccordi meccanici, poiché il PE-X non è fusibile né incollabile.

I raccordi meccanici per tubi di PE-X possono essere di due tipologie, e cioè ad avvitamento o a compressione (press-fitting).

I raccordi ad avvitamento devono essere realizzati in ottone o acciaio inox. La tenuta idraulica deve essere assicurata dalle guarnizioni poste sulla bussola stessa.

I raccordi a compressione (press-fittings) devono essere composti dal corpo del raccordo realizzato in ottone, acciaio inox o in materiale sintetico (tecnopolimeri) e da una bussola di tenuta in acciaio inox. La tenuta idraulica è assicurata dalla pressione esercitata dal tubo contro le guarnizioni poste sul corpo del raccordo.

### Tubi in polipropilene (PP)

I tubi in polipropilene possono essere impianti di distribuzione di acqua calda e fredda nell'edilizia civile e industriale, impianti di riscaldamento e scarichi.

Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile, dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare, in pressione, temperature fino 100°C. In generale, per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura 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.

### Aspetto

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

### Marcatura

Tutti i tubi e i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

### Stoccaggio, movimentazione e trasporto

Durante la movimentazione e il trasporto delle tubazioni, dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento. I tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, 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 da evitare deformazioni e danneggiamenti, con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano e si installano le tubazioni a temperature inferiori a 0°C.

### Tubi in polietilene (PE)

I tubi di polietilene (PE), raccordi e valvole, a loro giunzioni e a giunzioni con componenti di altri materiali, 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 dei tipi PE 80 e PE 100.

I materiali di cui sono composti i tubi devono essere conformi ai requisiti specificati nella norma **EN12201-1**.

### Caratteristiche dei tubi

Le superfici esterne e interne dei tubi, se osservate senza ingrandimento, devono essere lisce, pulite, ed esenti da rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità del tubo alla norma **UNI EN 12201-2**. Le estremità del tubo devono risultare tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore blu o neri con strisce blu.

### Tubi in rotoli

I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impediti deformazioni localizzate, come, per esempio, instabilità locali (imbozzamenti) e torsioni (attorcigliamenti).

### Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione)

Il diametro medio esterno  $d_{em}$  e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al prospetto 1 della norma **UNI EN 12201-2**.

Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 2 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

							MOGE 20996	
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	-	-	

### Marcatura

Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e 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 ( $dn \cdot en$ );
- serie SDR;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- classe di pressione in bar;
- periodo di produzione (data o codice).

### 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 possibile dovuto alle espansioni e alle contrazioni.

### Giunzioni ad anello elastomerico

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici, al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni.

Se gli anelli elastomerici non sono già posizionati nel tubo, al momento dell'installazione della tubazione e prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed, eventualmente, alla 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 effettuare lo smusso del codolo.

I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni.

Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nelle applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento.

Sopra il suolo, invece, dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

### Giunzioni ad incollaggio

Per la giunzione delle tubazioni mediante incollaggio dovranno essere seguite le istruzioni del fornitore e le seguenti:

- nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare alle estremità e si dovrà 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.

### Giunzioni per saldatura

Prima di procedere alla saldatura, si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare dritta siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.

La saldatura dovrà essere effettuata, seguendo le istruzioni del fabbricante, da personale adeguatamente formato e utilizzando idonee apparecchiature.

In ogni caso, le giunzioni e le curvature delle tubazioni in PVC-U non dovranno mai essere realizzate per saldatura o comunque per mezzo del calore.

### Tubi in rame

#### 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 ai tubi 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 pavimento, a 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 prima del 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 2001, e deve essere conforme al D.M. n. 174/2004.

Per gli impianti di riscaldamento e raffrescamento a superficie radiante, il tubo di rame deve rispondere 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 nella norma **UNI CIG 7129**, paragrafo 3.2.1.2, prospetto 2, e alle caratteristiche tecniche prescritte nella norma **UNI CIG 7129**, paragrafo 3.3.4.2.

### Guaina isolante

La guaina isolante di rivestimento del tubo deve avere le seguenti caratteristiche:

- rivestimento in resina speciale di PVC stabilizzato o 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 – 30°C / 95°C;
- marcatura ad inchiostro ogni metro di tubazione;
- elevate caratteristiche meccaniche e dimensionali;
- colore: (bianca, gialla).

### 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 della citata norma.

### Condizioni dello stato superficiale

Le superfici esterne e interne dei tubi di rame devono essere pulite e lisce. Il direttore dei lavori dovrà accertarsi che la superficie interna non contenga pellicole nocive, né presenti un livello di carbonio sufficientemente elevato da consentire la formazione di tali pellicole durante la posa in opera.

### Verifica di qualità

L'appaltatore dovrà fornire i risultati delle prove di qualità fatte eseguire dal produttore con riferimento al prospetto 8 della norma **UNI EN 1057**.

### Marcatura

La norma **UNI EN 1057** prescrive che i tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 10 mm, fino a 54 mm compresi, devono essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non maggiori 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 diametro maggiore di 54 mm, devono essere marcati analogamente, in modo leggibile, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

### 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 CFC, ed è idoneo per essere utilizzato in impianti con temperature di esercizio che vanno da – 80°C a +100°C.

Tabella 44.15 - Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame (UNI EN 1057)

	<b>Scostamenti limite</b>
--	---------------------------



Diametro esterno	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		± 0,13	-	-	-	-	-
8	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
10	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
12	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
14	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
14	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
15	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
16	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-

								MOGE 20996
18	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-	-
22	± 0,11	± 0,15	-	± 0,21	-	-	-	-
28	-	± 0,15	-	± 0,21	-	-	-	-
35	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-	-
42	-	-	± 0,17	-	-	-	-	-
54	-	-	-	± 0,23	-	-	-	-
64	-	-	-	± 0,25	± 0,32	-	-	-
76,1	-	-	-	-	± 0,32	± 0,40	-	-
88,9	-	-	-	-	± 0,32	± 0,40	-	-
108	-	-	-	-	-	± 0,40	± 0,50	-

### Tubi e raccordi in ghisa sferoidale

I tubi e i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 545** presentano i seguenti diametrinomiali (DN): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900,

1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno 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 tubi aventi DN 40÷200;

- una tolleranza  $\leq 1\%$  per tubi aventi DN 250÷600 e  $\leq 2\%$  per tubi aventi DN > 600.

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della norma **UNI EN 545**, con i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:

- lunghezza unificata 8,15 m =  $\pm 150$  mm;

- altre lunghezze unificate =  $\pm 100$  mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la norma **UNI EN 545** (prospetto 6) sono:

- tubi con bicchiere ed estremità liscia:  $\pm 30$  mm;

- raccordi con giunti a bicchiere:  $\pm 20$  mm;

- tubi e raccordi per giunti a flangia:  $\pm 10$  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). Le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della norma **UNI EN 545**.

### Rivestimento interno

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'interno e all'esterno. I tubi, dopo la centrifugazione, saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all'interno con malta e, infine, ricoperti all'esterno con vernici bituminose.

Per le condotte d'acqua il rivestimento interno, secondo la norma **UNI EN 545**, può essere realizzato con malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano e vernice bituminosa.

### Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività chimica dei terreni.

I rivestimenti esterni dei tubi, secondo la norma **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 accettare tubi con rivestimenti esterni in nastri adesivi, malta di cemento

con fibre, poliuretano, polipropilene estruso, polietilene estruso e rivestimento con manicotto di polietilene.

### Protezione esterna in polietilene

Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evitando in particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.

Il manicotto in polietilene (**UNI EN 14628**) deve essere applicato perfettamente sulla condotta con opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore del tubo, al fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'impiego di manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo. Quelli con strappi più grandi, invece, devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado di ricoprire tutta la zona danneggiata.

Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la continuità totale della protezione

### 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 con aria, ad 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 oppure a flangia.

### Requisiti di accettazione

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte, non devono presentare alcun difetto o aver subito durante la movimentazione danneggiamenti che possano nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per processi di fabbricazione e che non nuocciano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere accettati, previa riparazione e benessere del committente. La riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

### 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 devono essere conformi alla norma **UNI EN 12729**.

Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 4126-1**.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità, completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

### Marcatura dei tubi e dei raccordi

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona

centrale dei manufatti, e dovrà comprendere:

- indicazioni che devono essere ottenute direttamente nella fusione del getto:
- designazione GS;
- numero di matricola;
- classificazione delle flange secondo la PN (eventuale);
- marchio di fabbrica del produttore;
- anno di fabbricazione;
- diametro nominale (DN);
- 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).

### Tubi multistrato

I tubi multistrato devono avere l'anima di alluminio saldato a sovrapposizione in senso longitudinale, in cui sono coestrusi all'interno e all'esterno due strati di polietilene (PE). Tutti i glistrati 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.

## CAPITOLO 4 - NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

### Art. 24. Rilievi, tracciati e capisaldi

#### Rilievi

L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo planimetrico dello stato di fatto da parte ea spese 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 sbancamento e di movimento terra in generale.

#### Tracciati

L'esecuzione delle opere di fondazione deve essere preceduta dal tracciamento sul terreno delle strutture portanti alla quota indicata dal progetto esecutivo.

#### Capisaldi di livellazione

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto esecutivo, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nell'esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.

L'appaltatore è responsabile della conservazione dei capisaldi, che non può rimuovere senza preventiva autorizzazione del direttore dei lavori

Per tutte le operazioni di livellazione, limitatamente a quanto non indicato espressamente nel presente capitolato, vige l'obbligo di riferirsi al testo intitolato *Guida alla progettazione e all'esecuzione delle livellazioni geometriche* della Commissione geodetica italiana (IGM, 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 ha come scopo la determinazione di quote, la linea da istituire dovrà essere collegata ad uno o più capisaldi preesistenti. In tal caso, dovrà essere verificato che i dislivelli sui tratti contigui al caposaldo considerato siano rimasti invariati. La scelta del caposaldo da utilizzarsi deve essere comunque autorizzata dalla direzione dei lavori. La fase di segnalizzazione dei capisaldi e quella di misura devono essere separate da un adeguato intervallo di tempo, per consentire ai capisaldi di assumere un assetto stabile.

#### Strumentazione

Per tutti i lavori topografici dovranno essere utilizzati teodoliti con approssimazione angolare al secondo centesimale, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $5 \text{ mm} \pm 10 E - 6 \cdot D$  (con  $D$  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. 24a. Criteri di misurazione

#### Criteri di misurazione

Per quanto concerne i criteri di misurazione si farà espresso riferimento alla normativa Per quanto concerne i criteri di misurazione si farà espresso riferimento alla normativa contenuta

nel Capitolato tipo per appalti edilizi del Ministero delle Infrastrutture e alla raccolta delle norme di misurazione e valutazione dei lavori per le opere quotate nel prezzario Regionale della Regione Liguria.

Le quantità delle lavorazioni saranno determinate con misure geometriche, o a peso o a numero ovvero secondo quanto stabilito nella descrizione dei singoli prezzi in elenco.

Le misurazioni degli scavi, dei reinterri e delle pavimentazioni stradali saranno determinati sulla base di rilievi di prima e seconda pianta. In subordine, si potranno dedurre da valutazioni analitiche mediante l'applicazione dei seguenti valori di peso di volume e parametri di conversione convenzionali:

L'aumento di volume del materiale in sito a seguito escavazione/rimaneggiamento/fresatura sarà quantificato mediante l'applicazione del coefficiente  $K=1,3$ .

Detto coefficiente  $K$  si applicherà convenzionalmente e solo ai fini contabili alla totalità dei materiali in sito quali terre e rocce da scavo, conglomerati bituminosi, misti cementati ecc per determinare l'aumento teorico di volume che tali materiali subiscono a seguito di operazioni di scavo, rimaneggiamenti, fresature ecc, e per una sola volta.

L'inverso di detto coefficiente  $1/K$  si applicherà per determinare convenzionalmente e solo ai fini contabili la riduzione di volume del materiale posto in opera una volta compattato.

Ai fini contabili si adotteranno convenzionalmente i seguenti valori di peso di volume:

	in sito e/o compattato [kg/mc]	Coefficiente di conversione K	sciolto e/o rimaneggiato, fresato, scavato [kg/mc]
conglomerato bituminoso	2200	1,3	1695
misto granulare	1820	1,3	1400
misto cementato	1820	1,3	1400
terre e rocce da scavo	1950	1,3	1500
Materiale prodotto da demolizione quali laterizi, intonaci, piastrelle e simili	1820	1,3	1400

Quanto sopra salvo migliori determinazioni dei singoli parametri determinati a seguito di prove di laboratorio sul materiale in cantiere.

#### **Art. 25. Programma esecutivo dei lavori**

Entro 45 (quarantacinque) giorni dalla data del verbale di consegna prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dall'adempimento di ricezione.

Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata, il programma si intenderà accettato, fatte salve evidenti illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

**Art. 26. Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori****Impianto del cantiere**

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 60 (sessanta) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

**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 esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, del committente, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.

Ai sensi dell'art. 22 della legge 13 settembre 1982 n. 646, la custodia dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardiaparticolare giurata.

In caso di inosservanza, si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione e il collaudo provvisorio dei 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 periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei 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 verranno riconosciuti i maggiori oneri, sempre che l'appaltatore non richieda e ottenga di essere sciolto dal contratto.

**Locale ufficio di direzione dei lavori**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza e al lavoro di ufficio della direzione dei lavori.

Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e antintrusione, climatizzato, nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, ecc).

I locali saranno realizzati nel cantiere od in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione.

Il locale deve essere idoneamente allacciato alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

**Ordine dell'esecuzione dei lavori**

In linea generale, l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della direzione dei lavori, ciò non riesca 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 un determinato tipo di lavoro, o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio, senza che

l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso, la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

#### Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori, per periodi quindicinali, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito specificato:

- numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascuno dei 15 giorni, con le relative ore 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 successivo al termine dei 15 giorni, stabilendosi una penale di 25,82 euro per ogni giorno di ritardo.

#### Cartelli indicatori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, nel sito 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, receranno impresse a colori indelebili le diciture riportate, con le eventuali modifiche e integrazioni necessarie per adattare ai casi specifici. Nello spazio per l'aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni 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 materiali di adeguata resistenza meccanica, resistenti agli agenti atmosferici, di decoroso aspetto, e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo tecnico-amministrativo dei lavori.

#### Oneri per le pratiche amministrative

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali, nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione, nonché il risarcimento degli eventuali danni.

#### Osservanza di leggi e norme tecniche

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e, per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni 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 di edilizia.

#### NORME TECNICHE STRUTTURALI



- Legge 5 novembre 1971, n. 1086** – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64** – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049** – Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;
- D.M. 20 novembre 1987** – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;
- D.M. 11 marzo 1988** – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo 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. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle 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'esecuzione 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 norme 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 cemento 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 delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- C.M. 4 luglio 1996, n. 156AA.GG/STC** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al  
D.M. 16 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 strutture 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 architettonici di valore storico-artistico in zona sismica;
- C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni 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 laboratori 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. 17 gennaio 2018** – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;
- D.M. 6 maggio 2008** – Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

**C.M. 2 febbraio 2009, n. 617** – Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

---

PRODOTTI DA COSTRUZIONE

**D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246** – Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da 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, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei 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 con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei 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 con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei 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 con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei 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 con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei 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 con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Sistemi a polvere»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per gli «Impianti fissi antincendio. Componenti per sistemi a CO<sub>2</sub>»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per i «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Componenti di impianti di estinzione a gas»;

**D.M. 11 aprile 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione,

recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei 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 con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei 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 con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei 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 vanidegli 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 opere da costruzione;

**D.M. 9 marzo 2007** – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo 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, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

**C.M. 27 febbraio 2007, n. 11411** – Utilizzazione di raccordi a pressare in reti di adduzione di gas negli edifici civili.

## RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA

**D.M. 27 luglio 2005** – Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991,

n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso 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 energetico nell'edilizia.

**D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311** – Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo n.

192 del 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 decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

---

## BARRIERE ARCHITETTONICHE

**Legge 9 gennaio 1989, n. 13** – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

**D.M. 14 giugno 1989, n. 236** – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del 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 di 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 rifiuti 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 pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato 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 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per 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 della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane edella direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

---

## 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 legge 6 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 (legge 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, ai 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 produttivi 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 in 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 materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

### **Art. 27. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera**

Il direttore dei lavori, inoltre, raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede dei prodotti), nonché le istruzioni per la 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 istruzioni e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli impianti tecnologici installati.

## CAPITOLO 5 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

### **Art. 28. Demolizioni**

#### Interventi preliminari

L'appaltatore deve assicurarsi, prima dell'inizio delle demolizioni, dell'interruzione di approvvigionamenti idrici, gas, e allacci di fognature, nonché dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto, in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi 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- amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

#### Sbarramento della zona di demolizione

Nella zona sottostante la demolizione devono essere vietati la sosta e il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento e il trasporto del materiale accumulato devono essere consentiti soltanto dopo che è stato sospeso lo scarico dall'alto.

#### Idoneità delle opere provvisorie

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza, e devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiantare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per 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 prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisori impiegati dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione, è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.

In relazione al risultato di tale verifica, devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli imprevisti o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

#### Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs, 9 aprile 2008, n. 81, devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto, e condotti in maniera da 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.

#### Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica autorizzata. Diversamente, l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato, dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate, ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

#### Proprietà degli oggetti ritrovati

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinverranno nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà, pertanto, consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nell'esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori, e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti.

L'appaltatore dovrà, altresì, darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

#### Proprietà dei materiali da demolizione

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante. Quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora, in particolare, i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli. In tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, ecc.

#### Demolizione per rovesciamento

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 m può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione, in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.

Devono, inoltre, essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro, quali la trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere, e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata. La successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 m, 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 strutture o di grossi blocchi, possano sorgere danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti derivare pericoli per i lavoratori addetti.

## **Art. 29. 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 rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

### Ricognizione

L'appaltatore, prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

### Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi 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 direzione dei lavori, non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

### Riferimento ai disegni di progetto esecutivo

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

Resta inteso che in caso di ritrovamento di cls o di opere in c.a. ad una quota di sbancamento superiore da quella prevista a progetto, non si provvederà alla demolizione in quanto garantiscono una portanza superiore rispetto allo strato di fondazione stradale.

### Splateamento e sbancamento

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori



meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di 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 od disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

### Scavi a sezione obbligatoria

Gli scavi a sezione obbligatoria devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo, con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligatoria eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al 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 di scavo di fondazione.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano 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 dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

### Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo ad opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente ad 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 scavo per un tratto di 40-60 cm, inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

### Pompe di aggettamento

Le pompe di aggettamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e, in generale, per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggettamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei 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 direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

### Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili

per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati.

Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di asperazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo.

Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni, di diametro e di lunghezza adeguata, dovranno scaricare e smaltire le acque di aggotamento con 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 rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove *in situ*.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti, ove possibile, senza creare ad immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

#### Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisoriale per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

#### Impiego di esplosivi

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

#### Deposito di materiali in prossimità degli scavi

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.

#### Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione.

Deve, inoltre, vietarsi, anche dopo la bonifica – se siano da temere emanazioni di gas pericolosi – l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

#### Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti

proprietari di dette opere o impianti (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo, altresì, tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltretutto, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Fanno, comunque, carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

### 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 franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

### **Art. 30. 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'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo, e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

### **Art. 31. Riparazione di sottoservizi**

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

### **Art. 32. Rilevati e rinterri**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno

sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di 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 perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese, poi, al 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 osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché, al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

### **Art. 33. Fondazioni dirette**

#### Scavi di fondazione

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in 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 direzione dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso. Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione 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 protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo, eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

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.

#### 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 geotecnica assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

#### Magrone

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali esecutivi delle strutture.

## **Art. 34. Pali di fondazione**

### Pali infissi

I pali infissi vengono classificati in:

- pali infissi gettati in opera;
- pali infissi prefabbricati.

### **PALI INFISSI GETTATI IN OPERA**

I pali infissi gettati in opera sono quelli realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o pervibrazione, senza 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 fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare.
- Dopo l'infissione e l'eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato;
- pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma deve essere estratto dal terreno.

### **PALI INFISSI PREFABBRICATI**

I pali infissi prefabbricati sono quelli realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, 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 tipologie costruttive:

- pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica;
- pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.

### Pali trivellati

I pali trivellati sono quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione, la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

### Pali trivellati ad elica continua

I pali trivellati ad elica continua sono i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica deve avvenire contemporaneamente all'immissione del calcestruzzo.

### Pali con morsa giracolonna

I pali con morsa giracolonna e i pali trivellati sono realizzati all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio, infisso con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna. Tale tipologia è da utilizzare in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, e ove non fosse possibile l'utilizzo di diversa attrezzatura di perforazione.

### 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 diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

---

#### MICROPALI A SEMPLICE CEMENTAZIONE

I micropali a semplice cementazione sono quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica, e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

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, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua.

La cementazione può avvenire a semplice gravità o a bassa pressione, mediante un circuito a tenuta facente capo ad un dispositivo posto a bocca foro.

### Pali di medio e grande diametro

#### Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)

L'appaltatore dovrà indicare alla direzione dei lavori la successione cronologica prevista per le infissioni. Dovrà, inoltre, assicurare il rispetto delle norme in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla direzione dei lavori i provvedimenti che intende adottare nel caso del superamento dei limiti stessi.

#### Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato.

In particolare:

- la perforazione a secco senza rivestimento non è ammessa. In casi particolari potrà essere adottata, previa informazione alla direzione dei lavori, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata;

- la perforazione a secco è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4 \text{ mm}$ ).

### Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

In terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

### Attrezzature di scavo

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'appaltatore alla direzione dei lavori.

### Tolleranze dimensionali

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate negli elaborati progettuali esecutivi:

- coordinate planimetriche del centro del palo (rispetto al diametro del palo):  $\pm 10\%$  (max 5 cm);
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità):  $\square \pm 2\%$ ;
- lunghezza:
  - pali aventi diametro  $< 600 \text{ mm}$ :  $\pm 15 \text{ cm}$ ;
  - pali aventi diametro  $> 600 \text{ mm}$ :  $\pm 25 \text{ cm}$ .
- diametro finito:  $\pm 5\%$ ;
- quota di testa palo:  $\pm 5 \text{ cm}$ .

L'impresa è tenuta ad eseguire, a suoi esclusivi onere e spesa, tutte le sostitutive e/o complementari che a giudizio della direzione dei lavori, sentito il progettista, si rendessero necessarie per avviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi e opere di collegamento.

### Materiali

#### Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature trasversali 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 realizzati con 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. 17 gennaio 2018 è possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe, o dei cerchioni irrigidenti con i ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione. Per le saldature devono essere rispettate le prescrizioni riportate in questo capitolato, relative alle verifiche da 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 fragilità.

Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti delle barre longitudinali verso 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 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente ad ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate.

In corso d'opera, la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra, sarà di tre campionidi barra longitudinale e di staffa ogni 200-500 ml di gabbia.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta *in situ* senza poggiarla sul fondo del foro.

Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura, potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali. Orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provvedersi un cerchiante ogni 2,5-3 m.

Non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato. L'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm.

Le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura e di un copriferro netto minimo di 4-5 cm rispetto al rivestimento definitivo, o di 6-7 cm rispetto al diametro nominale del foro, nel caso di pali trivellati. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori dovranno essere posti a gruppi di tre o quattro, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto. Ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, mediante impiego di un adeguato numero di morsetti.

### Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo.

Le caratteristiche meccaniche e di rigidezza (spessore e inerzia) dovranno essere sufficienti a consentire il 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 rivestimento 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 al fusto, in modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e non avere sporgenze esterne.

Nel caso di pali da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati (per esempio, vernici a base di poliuretano-catrame), previa approvazione del direttore dei lavori.

### 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 caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Sul fango bentonitico dovranno essere eseguiti controlli di qualità per determinare i seguenti parametri:

- 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  $\leq 5\%$ ;
- densità  $\leq 1,15 \text{ t/m}^3$ .

### Modalità esecutive

#### Pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo

### Attrezzatura

L'infissione del rivestimento dovrà essere eseguita con un battipalo scorrevole su una torre avente guide 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 terreni presenti nel sito.

La definizione delle caratteristiche minime del battipalo sarà eseguita a cura dell'appaltatore, utilizzando le formule dinamiche, oppure l'analisi con il metodo dell'onda d'urto, essendo noti le caratteristiche 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 siano note le 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 costituzione);
- 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 battipalo per la misura della velocità terminale del maglio, onde ricavare, sulla base delle caratteristiche 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 tutte le sollecitazioni agenti durante l'infissione e da non subire distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno o alla infissione di pali vicini. I rivestimenti saranno chiusi alla base da una piastra in acciaio di resistenza adeguata, comunque di spessore > 3 mm, saldata per l'intera circonferenza al tubo di rivestimento. La piastra sarà priva di sporgenze rispetto al rivestimento, e la saldatura sarà tale da prevenire l'ingresso di 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, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello. È ammesso l'impiego di mandrini ad espansione, resi temporaneamente 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 spostamento laterale del terreno naturale.

L'appaltatore deve comunicare alla direzione dei lavori il programma cronologico di infissione di tutti i pali, elaborato in modo da rendere minimi gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già realizzati.

È ammessa, se prevista dal progetto, ovvero se approvata dalla direzione dei lavori, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento (ad esempio, eseguendo dapprima la 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 mandrino deve essere espanso e mantenuto del tutto solidale al tuboforma per l'intera durata dell'infissione, a seguito della quale sarà estratto.

L'inserimento del mandrino nel rivestimento deve essere eseguito, se necessario, con l'ausilio di un palo-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, in funzione della sua ubicazione e delle sue caratteristiche.

Si considererà raggiunto il rifiuto allorché, con un battipalo pienamente efficiente, si avranno 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, il primo dei quali già infisso. Il secondo spezzone, nel corso della saldatura, deve essere mantenuto in posizione fissa 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 del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, ecc.).

L'appaltatore, previa comunicazione alla direzione dei lavori, potrà eseguire dei prefiori di guida all'infissione per evitare o ridurre i problemi di vibrazione o il danneggiamento di opere o pali già esistenti. Il prefioro avrà diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento. Il prefioro potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati o cementati.

### Armature

Le gabbie di armatura devono essere assemblate in stabilimento o a piè d'opera, in conformità ai disegni progettuali esecutivi e con le specifiche di questo capitolato.

Esse saranno posizionate entro i rivestimenti, curando il perfetto centramento mediante l'impiego di opportuni distanziatori e rispettando con precisione le quote verticali prescritte nei disegni di progetto.

Prima del posizionamento, si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non superi il limite di 15 cm.

### Pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile

#### Attrezzatura

L'infissione del tubo-forma provvisorio sarà eseguita con un battipalo conforme alle specifiche per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

#### Tubi di rivestimento

Le medesime specifiche per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo valgono per le caratteristiche della tubazione provvisoria.

Per l'espulsione del fondello, posto ad occludere l'estremità inferiore del tubo-forma, è ammesso l'impiego di un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo-forma, collegato, tramite un'asta rigida, alla 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 opera con 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 opera con rivestimento definitivo, con contemporanea estrazione e accorciamento del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa deve essere tenuta costantemente sotto un battente di calcestruzzo non inferiore a 2 m. A questo scopo, ogni manovra di accorciamento del rivestimento esterno e del tubo convogliatore deve essere 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 cilindrica con fondo piatto, corredato di un filo di sospensione metrato.

### 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 scorrevole su una torre con guide fisse con perfetto allineamento verticale e utilizzando un vibratore a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche del vibratore (momento di eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza e accelerazione del minimo) saranno scelte dall'appaltatore in relazione alle prestazioni 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, valgono le 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 relazione 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 per i pali 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 al getto, estraendo man mano, per vibrazione, il tubo-forma provvisorio.

La vibrazione deve favorire l'assestamento del calcestruzzo. Per evitare eventuali franamenti del terreno e il conseguente inglobamento di materiale nel getto di calcestruzzo, questo dovrà avere uno slump di 9-10 cm.

L'assorbimento reale di calcestruzzo può eccedere il valore teorico, riferito al diametro nominale del palo, in misura del 10-20%.

#### Controlli e documentazione

L'appaltatore deve redigere per ogni palo una scheda tecnica contenente tutti i dati riguardanti il palo, 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.

### 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 avente una resistenza caratteristica dopo stagionatura di  $R_{ck} \geq 40$  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 diametro interno non superiore alla metà dell'esterno.

I pali prefabbricati in cantiere, invece, saranno realizzati con calcestruzzo avente caratteristiche conformi alle prescrizioni per le opere in conglomerato cementizio fornite in questo capitolato. La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido, oppure a vapore. In ogni caso, i pali dovranno raggiungere caratteristiche di resistenza alla compressione e all'urto tali da permetterne l'infissione nelle condizioni stratigrafiche del sito senza lesioni e rotture.

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature trasversali 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 legatura in filo di ferro.

Le gabbie di armature avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie del palo di 3 cm, e 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 elementi. Il giunto dovrà essere costituito da un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire. Gli anelli verranno saldati fra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

### Protezione della punta

La punta dei pali dovrà essere protetta con una puntazza metallica formata da un cono di lamiera con angolo al vertice di  $60^\circ$ , resa solidale al fusto del palo tramite spezzoni di tondino saldati alla puntazza e annegati 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 con uno 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 battutigettati in opera con rivestimento definitivo.

### Infissione

L'infissione dei pali avverrà tramite battitura, senza estrazione di materiale. Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni d'acqua. In tal caso, la discesa del palo avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura.

Le iniezioni d'acqua dovranno essere interrotte non appena superato lo strato granulare, e comunque non 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'acqua, si 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 2/3 della profondità di progetto.

L'infissione dei pali sarà attestata quando si registrerà il raggiungimento di una delle seguenti condizioni:

- 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 palo dopo 24 ore di attesa, per tratti anche superiori a 0,5 m, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, ecc.).

Il rifiuto si considererà raggiunto quando l'infissione corrispondente a dieci colpi di battipalo efficiente 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 rivestimento definitivo.

### Pali trivellati con fanghi bentonitici

#### Attrezzatura

Per la perforazione saranno utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile di scavo 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 realizzazione dei pali nei tempi previsti alla luce delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da 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 di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e, comunque, non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima e ultimarela solo nell'imminenza del getto.

Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, e alla eventuale pulizia del 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 seguenti 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 conseguire un adeguato immorsamento in substrati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e, comunque, dotati alla sommità di un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile.

In alternativa all'uso dello scalpello possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

### Armature

Completata la perforazione, si provvederà alla posa in opera della gabbia delle armature, preassemblata, in conformità con le specifiche previste in questo capitolato o secondo le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Nel caso che il palo attraversi strati sede di falda acquifera in movimento, con pericolo di dilavamento del calcestruzzo in fase di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sarà avvolta da una camicia 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 sezioni non 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 saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento 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 almeno 0,5- 0,6 m<sup>3</sup>, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita un'ulteriore misura del fondo foro. Qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di pulizia.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a circa 30-60 cm dal fondo della perforazione. Al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato 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 da favorire 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 del getto il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima 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 della testa 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 di almeno 3 o 4 m di palo.

È prescritta una cadenza di getto non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/ora.

Durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, l'appaltatore dovrà verificare la quota di riempimento del palo, in modo da avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota 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 risultino inferiori a quelle di progetto, l'appaltatore dovrà informare tempestivamente la direzione dei lavori.

### Pali trivellati con rivestimento provvisorio

#### Attrezzature

Le attrezzature per l'esecuzione dei pali trivellati con rivestimento provvisorio dovranno essere costituite da:

- 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 metallico, a tre settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul telaio di 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 consentono anche di correggere eventuali deviazioni della colonna.

Il diametro nominale del collare dovrà corrispondere al diametro del palo. Sarà consentito l'impiego di opportune riduzioni.

Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare.



---

## VIBROMORSA

Per la vibromorsa valgono le prescrizioni per i pali vibro-infissi gettati in opera con tubo-forma provvisorio.

---

## UTENSILE DI SCAVO

Per lo scavo entro la colonna di rivestimento provvisoria si utilizzerà l'utensile più adatto al tipo di terreno, 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 del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio/femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio, mediante adeguata attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure, in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questosecondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di 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 eventualmente di fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. Lo scavo all'interno sarà approfondito sino alla quota di progetto.

L'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti a fondoforo.

### Armature

Per le armature devono applicarsi le specifiche previste dal presente capitolato speciale e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

### Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà conformemente alle specifiche per i pali trivellati con fanghi bentonitici, provvedendo, altresì, alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpadovrà restare sotto un 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 rivestimento definitivo.

*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 su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

*Perforazione*

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà, di norma, regolando coppia e spinta, in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvvitamento. In ogni caso, il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'appaltatore, con l'accordo della direzione dei lavori, potrà:

- eseguire prefiori 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 essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia, dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary, per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche di cui al punto 56.5.1.

*Getto del calcestruzzo*

Il calcestruzzo dovrà essere pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato. L'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare, il circuito di alimentazione del getto dovrà 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 istruzioni impartite 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 nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto esecutivo, l'appaltatore dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefiori, ecc.), concordandoli con la direzione dei lavori.

### Pali con morsa giracolonna

La perforazione necessaria all'esecuzione dei pali da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, ecc., dovrà essere eseguita, per la sola parte interessata, all'interno di tubo-forma 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 nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi da 2 a 2,5 m, connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento dovrà essere ottenuta imprimendo un movimento rototraslatorio 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 detriti per 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 con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale, la perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della parte terminale del tuboforma.

### Pali compenetrati

I pali compenetrati per la realizzazione di paratie impermeabili, dovranno essere realizzati eseguendo con metodi tradizionali una prima serie di pali opportunamente distanziati, e completando la paratia con una seconda serie di pali, che si compenetrano ai precedenti attraverso la tecnica della morsa giracolonna.

### Micropali

### Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, l'impresa dovrà individuare sul terreno la posizione dei

micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla direzione dei lavori dall'impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

### 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 rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto esecutivo.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo-foro, si utilizzeranno compressori di adeguata potenza.

Le caratteristiche minime richieste sono:

- portata:  $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$ ;
- pressione: 8 bar.

### ALLESTIMENTO DEL MICROPALO

Completata la perforazione, si deve provvedere a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Successivamente, si deve inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto. Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo deve essere prolungato fino a 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). La messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, deve essere eseguita successivamente all'iniezione.

### INIEZIONE

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita, utilizzando una idonea miscela cementizia, in due o più fasi, di seguito descritte:

- formazione della guaina: non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela

sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare. Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina, si provvederà a 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 formazione della guaina, si deve procedere all'esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione. La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar, in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in 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 comunque con valori che, in relazione all'effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage). I volumi di iniezione devono essere non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo. Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12-24 ore. Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo di armatura;

- caratteristiche degli iniettori: per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:
  - pressione massima di iniezione:  $\approx 100$  bar;
  - portata massima:  $\approx 2$  m<sup>3</sup> ora;
  - numero massimo pistonate/minuto:  $\approx 60$ .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla direzione dei lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

---

## CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- 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.

### 1.21 *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 precedente), si 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 tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori. Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico. Si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno  $\geq 80$  mm. Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se il diametro interno è inferiore a 50 mm. In caso diverso, si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati. Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie, senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento;

– riempimento a bassa pressione: il foro dovrà essere interamente rivestito. La posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento, come descritto al paragrafo precedente. Successivamente, si applicherà al rivestimento un'ideale testa a tenuta, alla quale si invierà aria in pressione (0,5÷0,6 MPa) mentresì solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà, allora, la sezione superiore del rivestimento, e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive, fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno, potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m 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 indicazioni:

- 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.

### Tolleranze ammissibili

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto esecutivo, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del micropalo:  $\pm 2$  cm;
- scostamento dell'inclinazione dell'asse teorico:  $\pm 2\%$ ;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm;
- diametro finito:  $\pm 5\%$ ;
- quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm.

## Art. 35. Opere e strutture di muratura

### Spessore minimo dei muri

Lo spessore dei muri portanti, come stabilito dal D.M. 14 gennaio 1008, non può essere inferiore ai valori 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

### 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 del muro. È consentito un arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. L'armatura corrente non deve essere inferiore a  $8 \text{ cm}^2$ , le staffe devono avere diametro non inferiore a 6 mm e interasse non superiore a 25 cm.

Travi metalliche o prefabbricate costituenti i solai devono essere prolungate nel cordolo per almeno la metà della 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 pareti, zone di 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, efficacemente ammorsato alla muratura.

### 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 cordolo in calcestruzzo armato, disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari almeno a quello della muratura della prima elevazione, e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore.

È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato. In tal caso, la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione e alla fondazione.

### Muratura armata

#### Gli aspetti generali

La muratura armata è costituita da elementi resistenti artificiali pieni e semipieni idonei alla realizzazione di pareti murarie incorporanti apposite armature metalliche verticali e orizzontali, annegate nella malta o nel conglomerato cementizio.

#### Le barre d'armatura

Le barre di armatura possono essere costituite da acciaio al carbonio, da acciaio inossidabile o da acciaio con rivestimento speciale, conformi alle pertinenti indicazioni di cui al paragrafo 11.3 delle nuove norme tecniche.

È ammesso, per le armature orizzontali, l'impiego di armature a traliccio elettrosaldato o l'impiego di altre armature conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio, nel rispetto delle pertinenti normative di comprovata validità.

In ogni caso dovrà essere garantita un'adeguata protezione dell'armatura nei confronti della corrosione.

Le barre di armatura devono avere un diametro minimo di 5 mm. Nelle pareti che incorporano armatura nei letti di malta al fine di fornire un aumento della resistenza ai carichi fuori piano, per contribuire al controllo della fessurazione o per fornire duttilità, l'area totale dell'armatura non deve essere minore dello 0,03% dell'area lorda della sezione trasversale della parete (cioè 0,015% per ogni faccia nel caso della resistenza fuori piano).

Qualora l'armatura sia utilizzata negli elementi di muratura armata per aumentare la resistenza nel piano, o quando sia richiesta armatura a taglio, la percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,04% né superiore allo 0,5%, e non potrà avere interasse superiore a 60 cm. La percentuale di armatura verticale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,05%, né superiore all'1,0%. In tal caso, armature verticali con sezione complessiva non inferiore a 2 cm<sup>2</sup> dovranno essere

collocate a ciascuna estremità di ogni parete portante, ad ogni intersezione tra pareti portanti, in corrispondenza di ogni apertura e, comunque, ad interasse non superiore a 4 m. La lunghezza d'ancoraggio, idonea a garantire la trasmissione degli sforzi alla malta o al calcestruzzo di riempimento, deve, in ogni caso, essere in grado di evitare la fessurazione longitudinale o lo sfaldamento della muratura. L'ancoraggio deve essere ottenuto mediante una barra rettilinea, mediante ganci, piegature o 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 usualmente fatto per le strutture di calcestruzzo armato.



L'ancoraggio dell'armatura a taglio, staffe incluse, deve essere ottenuto mediante ganci o piegature, con una barra d'armatura longitudinale inserita nel gancio o nella piegatura. Le sovrapposizioni devono garantire la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che lo snervamento dell'armatura abbia luogo prima che venga meno la resistenza della giunzione. In mancanza di dati sperimentali relativi alla tecnologia 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 avvolgere completamente l'armatura. Lo spessore di ricoprimento deve essere tale da garantire la trasmissione degli sforzi tra la muratura e l'armatura, e tale da costituire un idoneo copriferro ai fini della durabilità degli acciai. L'armatura verticale dovrà essere collocata in apposite cavità o recessi, di dimensioni tali che in ciascuno di essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro.

### Gli aspetti di dettaglio

Le prescrizioni normative per la muratura ordinaria si applicano anche alla muratura armata, con alcune eccezioni. Gli architravi soprastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata. Le barre di armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata e devono essere ancorate in modo adeguato alle estremità mediante piegature attorno alle barre verticali. In alternativa, possono essere utilizzate, per le armature orizzontali, armature a traliccio o conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio.

La percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non può essere inferiore allo 0,04%, né superiore allo 0,5%.

Parapetti ed elementi di collegamento tra pareti diverse devono essere ben collegati alle pareti adiacenti, 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 pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m.

### Le fondazioni

Le strutture di fondazione devono essere realizzate in cemento armato, verificandole utilizzando le sollecitazioni derivanti dall'analisi. Dovranno essere continue, senza interruzioni in corrispondenza di aperture nelle pareti soprastanti.

### Murature e riempimenti in pietrame a secco. Vespai

#### 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 mano su 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 forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli.

Negli strati inferiori si dovrà impiegare il pietrame di maggiore dimensione, utilizzando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere, otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo

strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

### Criteria generali per l'esecuzione

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli, e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati e in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempi tutte le connessioni.

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione, per dare maggiore presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro.

Le murature di rivestimento devono essere fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, 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, acciaio).

La costruzione delle murature deve iniziare e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura deve procedere per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti prescritto.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio tra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, la guaina 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 interamente rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estruso ad alta densità, come meglio nel seguito specificato.

## **Art. 36. Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo**

### *Resistenze meccaniche*

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica illustrati nella tabella 58.1, rispettivamente su provini cubici o cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alle norme **UNI EN 12390-1**, **UNI EN 12390-2** e **UNI EN 12390-3**.

La resistenza a trazione per flessione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica 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 meno di tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta verrà determinata su provini di forma cilindrica con prove

eseguite con modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-6**. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

### Confezione, trasporto e posa in opera del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato

#### Attrezzatura di cantiere

Prima dell'inizio del lavoro, l'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare per il confezionamento del calcestruzzo; queste dovranno essere di potenzialità proporzionata all'entità e alla durata del lavoro, e dovranno essere armonicamente 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 direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla direzione dei lavori, e dovrà essere atto a produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile. In particolare, dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorché quest'ultima superi il valore di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

#### Confezione del calcestruzzo

La dosatura dei materiali per il confezionamento del calcestruzzo nei rapporti definiti con lo studio di progetto e la sua accettazione da parte della direzione dei lavori, dovrà essere fatta con impianti interamente automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con registrazione delle masse di ogni bilancia. A spese dell'impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima dell'inizio dei lavori e con cadenza settimanale, nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla direzione dei lavori la documentazione relativa.

La direzione dei lavori, allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il diritto di fare installare nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, alla cui installazione e spesa dovrà provvedere l'impresa appaltatrice. La direzione dei lavori potrà richiedere all'impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivi e metodi di controllo per verificarne in permanenza il buon funzionamento. In particolare, la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua e degli additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:

- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché le diverse 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 consenta automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;

- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di dispositivi di distribuzione dotati di misuratori.

Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a zero delle bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate di seguito, 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 potrà essere effettuata solo previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Nella composizione del calcestruzzo, a dosatura eseguita e immediatamente prima dell'introduzione nel 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 tolleranze devono essere verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per almeno dieci impasti consecutivi.

#### Tempo di mescolamento

Il tempo di mescolamento deve essere quello raccomandato dalla ditta costruttrice l'impianto di confezionamento del calcestruzzo, e, in ogni caso, non potrà essere inferiore ad un minuto. L'uniformità della miscela deve essere controllata dalla direzione dei lavori prelevando campioni di calcestruzzo all'inizio, alla metà e alla fine dello scarico di un impasto, e controllando che i tre prelievi non presentino abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20 mm, né composizione sensibilmente diversa.

La direzione dei lavori potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione. Inoltre, qualora differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima giornata di produzione, le attrezzature di confezionamento saranno completamente verificate, e il cantiere non potrà riprendere che su ordine esplicito della direzione dei lavori, e dopo che l'impresa abbia prodotto la prova di una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzione del calcestruzzo.

#### Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera, e tutte le operazioni di posa in opera, dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

#### Documenti di consegna

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di 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 informazioni:

- 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;

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il 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 contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattistica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

### 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 dei getti 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 disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

#### Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie

mantengano la posizione di 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 ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 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 profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni, e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

#### Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il 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 esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

#### Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte, ovvero sovrapposte, preferibilmente nelle zone 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 lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La 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 saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
  - giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.
- Per le barre di diametro  $\phi > 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.
- L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

### Getto del calcestruzzo ordinario

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm, e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, 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'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto 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 lingue 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 regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, 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 calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

### Getto del calcestruzzo autocompattante

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è

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 suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo.

Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale 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 una 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 temperatura  $\geq +5^\circ\text{C}$ . La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $0^\circ \leq \text{C}$ . Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o 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 sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura. Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm<sup>2</sup>), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua 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 corsodelle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo. Nella tabella 58.2 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Tabella 58.2 - Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto

Dimensione minima della sezione [mm <sup>2</sup> ]			
< 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 casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e 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 casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

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 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo 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, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente 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 opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e 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 scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso 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

limitedovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione, oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### 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 possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati 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 prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi 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 additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;

- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

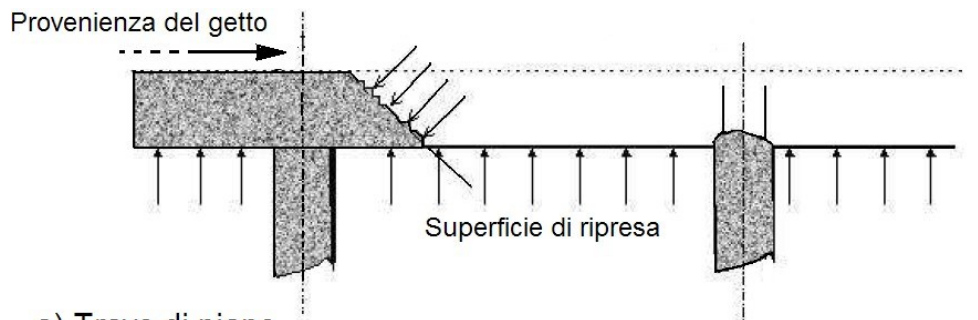
- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

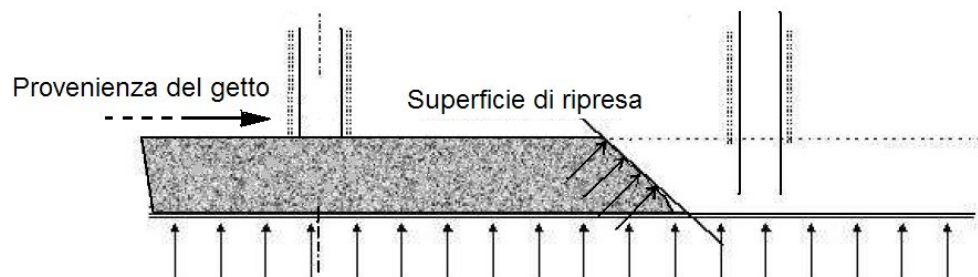
Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e

colore.

Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.



a) Trave di piano



b) Trave di fondazione

Figura 58.3 - Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione

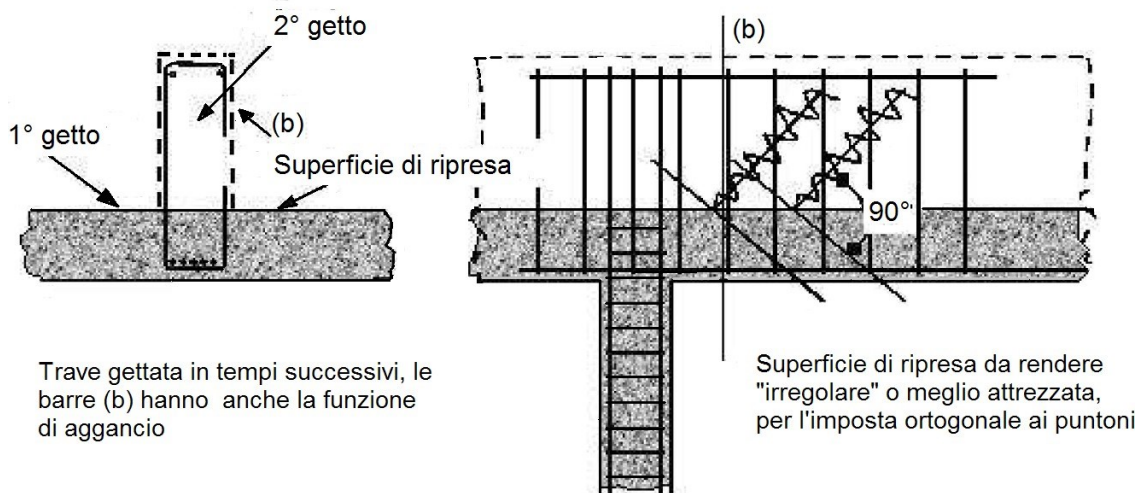


Figura 58.4 - Modalità di ripresa del getto su travi di spessore elevato

### Compattazione del calcestruzzo

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusa tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante

vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

### Compattazione mediante vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratorii possono essere interni ed esterni.

I vibratorii 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 flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

L'uso dei vibratorii non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da 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 sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a 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 calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico, così da evitare i giunti freddi.

I vibratori esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono, comunque, essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione.

I vibratori superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto; in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con un'apiastro d'ideale sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.

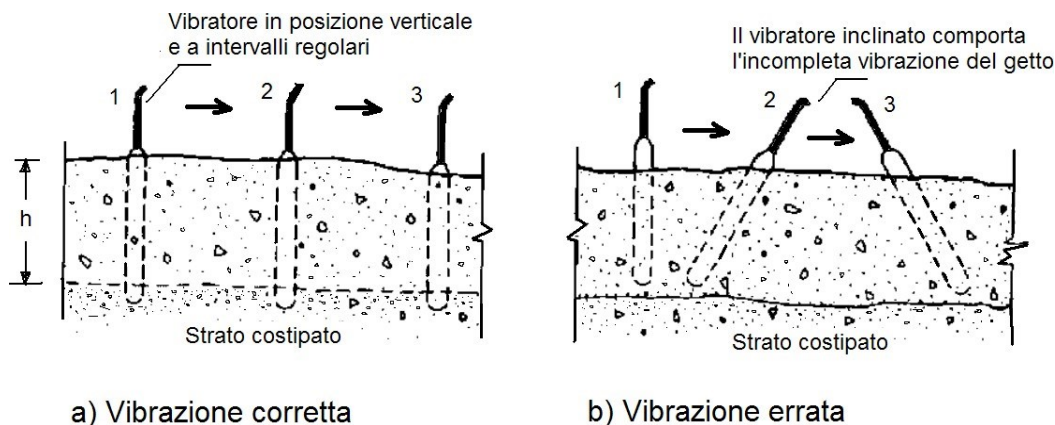


Figura 58.5 - Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

## Stagionatura

### 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 plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
  - la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ , raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
- durante la messa in opera:
  - erigere temporanee barriere frangivento per ridurre 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 la messa 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 membrane 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 indurite o altri elementi della struttura è di 15°C.

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

### 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 cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche. Inoltre, ancora, per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e, quindi, scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili, oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

### Protezione termica durante la stagionatura

A titolo esemplificativo, di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in 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  $\Delta t \leq 20^\circ\text{C}$  può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore  $\geq 2$  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 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

---

## IMMERSIONE IN LEGGERO STRATO D'ACQUA

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

---

## COIBENTAZIONE CON TELI FLESSIBILI

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitandola dispersione naturale. Si deve tener conto, tuttavia, che nella movimentazione le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

### Durata della stagionatura

Con il termine *durata di stagionatura* si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta. La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5°C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, 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 temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

Tabella 58.3 - Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)

Temperatura $t$ della superficie del calcestruzzo [°C]	Durata minima della stagionatura (giorni)			
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm2}/f_{cm28})^1$			
	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

<sup>1</sup> La velocità di sviluppo della resistenza  $r$  è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica  $f_{cm}$  alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura  $< 5^\circ\text{C}$  non deve essere computato come tempo di maturazione.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria ad ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme, e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita 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 nei punti 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 costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

### Controllo della fessurazione superficiale

Per le strutture in cemento armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i 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 controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto



intorno ai 20°C.

### Maturazione accelerata con getti di vapore saturo

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80°C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60°C, e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R-80 (Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure).

### 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 sopportare 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 verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione, nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista, e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili, oppure con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in 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), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei

pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la 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 assorbenti, calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si 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 tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 58.4 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare, o almeno contenere, i difetti stessi.

Tabella 58.4 - Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni

Difetti	Conseguenze	Precauzioni
<b>Per le casseforme</b>		
Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
Tenuta insufficiente	Perdita di boiaccia e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idoneo guarnizioni
<b>Per i pannelli</b>		
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
<b>Per i prodotti disarmanti</b>		
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

### Casseforme speciali

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento, da parte del calcestruzzo, di una resistenza sufficiente a sostenere il 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, ciminiera, pareti di sbarramento (dighe), strutture industriali a sviluppo verticale.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il

calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle 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. Inoltre, avanzano su rotaie, e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento ad un filo di guida. Sono utilizzate, ad esempio, per rivestimenti di gallerie, condotte d'acqua, rivestimenti di canali, pavimentazioni stradali, barriere spartitraffico.

Le casseforme scorrevoli verticali, invece, sono utilizzate per realizzare strutture, quali sili, edifici a torre, 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 calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali, invece, il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

### 1.22 Casseforme in legno

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Tabella 58.5 - Legname per carpenteria

<b>Tavolame</b>	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
<b>Legname segato</b>	travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12 · 12 a 20 · 20 cm lunghezza 4 m
<b>Legname tondo</b>	antenne, candele	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
<b>Residui di lavorazioni precedenti</b>	da tavole (mascelle) da travi (mozzature)	lunghezza > 20 cm

Fonte: AITEC, *Il cemento armato: carpenteria*.

### Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le 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 superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità

controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

### Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi 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 la messa 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 operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono, invece, ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile. Si preferiranno, quindi, forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

### 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 consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali 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 quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme, e la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto, non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto.

Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, le strutture di supporto devono prevedere l'effetto della spinta verticale

e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi, anche parzialmente, al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assetamenti.

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (SCC) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto. Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le 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 fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in 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 progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

#### 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 supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- 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 elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta 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 sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, ad una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo ad impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la

resistenza indicata dal progettista, e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 1086/1971. In 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 sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e 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 specializzato, dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei, e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Tabella 58.6 - Tempi minimi per del disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto

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'aspetto della superficie del calcestruzzo e la permeabilità, né influenzarne la presa, o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. La stessa cosa vale per l'applicazione del prodotto.

### Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri, devono essere 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 ripulitura o la 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 dei lavori, che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

### Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato inciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabbia, invece, 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, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di 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 modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri elementi che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare, inoltre, macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa. In tali casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e, successivamente, sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura 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 esser rimossi dopo la scasseratura.

#### *Difetti superficiali delle strutture, cause e rimedi*

I difetti superficiali del calcestruzzo influenzano non solo le sue caratteristiche estetiche, ma anche quelle di durabilità.

I più frequenti difetti superficiali sono riportati nelle tabelle che seguono, con le indicazioni relative alle cause e ai rimedi che devono essere adottati.

Tabella 58.7 - Nidi di ghiaia

<b>Nidi di ghiaia (presenza di aggregato grosso non ricoperto da malta cementizia)</b>		
	<b>Cause</b>	<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Sezione con forte congestione dei ferri di armatura e mancanza di spazio per l'introduzione dei vibratorii	Adeguare la disposizione delle armature
<b>Casseforme</b>	Giunti non a tenuta, che permettono la fuoriuscita di acqua, boiaccia o malta	Adeguare le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Carenza di fini, scarsa lavorabilità o eccesso d'acqua, indurimento anticipato, diametro massimo degli aggregati in relazione alle dimensioni del getto	Correggere la miscela
<b>Messa in opera</b>	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

<b>Compattazione</b>	Vibratori sottodimensionati per potenza, frequenza o ampiezza, tempo di vibrazione troppo breve o eccessivo, distanza eccessiva tra i punti di vibrazione, numero di vibratorii insufficiente	Correggere l'uso dei vibratorii
----------------------	---	---------------------------------

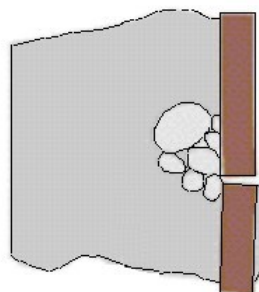
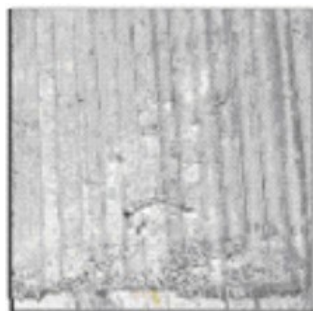


Figura 58.6 - Nidi di ghiaia

Tabella 58.8 - Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

Cavità singole sulla superficie di forma irregolare e dimensione fino a 20 mm		
	<b>Cause</b>	<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Superfici di getto in contropendenza o con interferenze	-
<b>Casseforme</b>	Superfici delle casseforme impermeabili, poco bagnabili, troppo flessibili, e con agente disarmante inadeguato	Adeguare il disarmante
<b>Condizioni operative</b>	Agente disarmante applicato in misura eccessiva o non nebulizzato, temperatura del calcestruzzo troppo elevata	Correggere l'applicazione del disarmante
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	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
<b>Messa in opera</b>	Messa in opera del calcestruzzo discontinua o troppo lenta, portata della pompa o delle tubazioni inadeguata	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Ampiezza di vibrazione eccessiva, vibratore mantenuto fermo e/o parzialmente immerso, vibrazione esterna inadeguata	Correggere il metodo di vibrazione



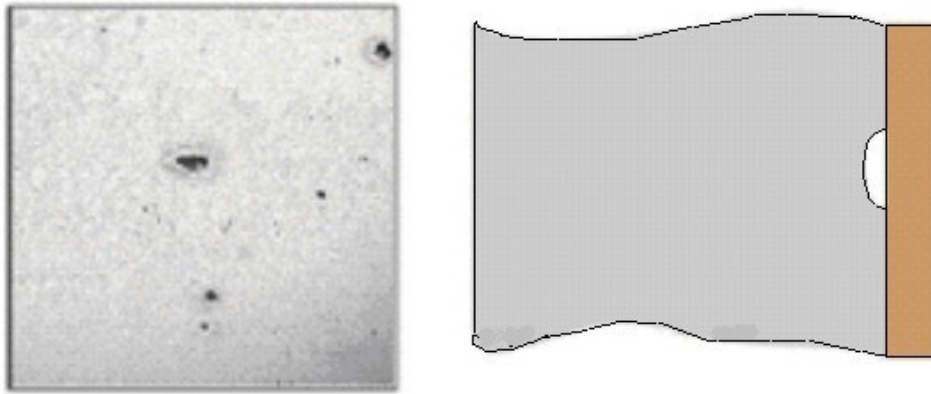


Figura 58.7 - Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

Tabella 58.9 - Giunti delle casseforme in evidenza

Superfici dei giunti con evidenza di aggregati fini o grossi carenti in cemento, generalmente delimitati da superfici scure		
	Cause	Rimedi
<b>Casseforme</b>	Mancanza di tenuta nei giunti delle casseforme o nei raccordi di fissaggio, con sigillatura inadeguata	Adeguare le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Spostamento laterale del calcestruzzo	Correggere il metodo di messa in opera
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Eccesso di acqua, calcestruzzo troppo fluido, e/o carenti in pasta cementizia	Correggere l'applicazione del disarmante e adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Tempo di attesa eccessivo tra la posa del calcestruzzo e la compattazione	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Eccessiva ampiezza o frequenza della vibrazione in relazione alla dimensione delle casseforme	Correggere la vibrazione

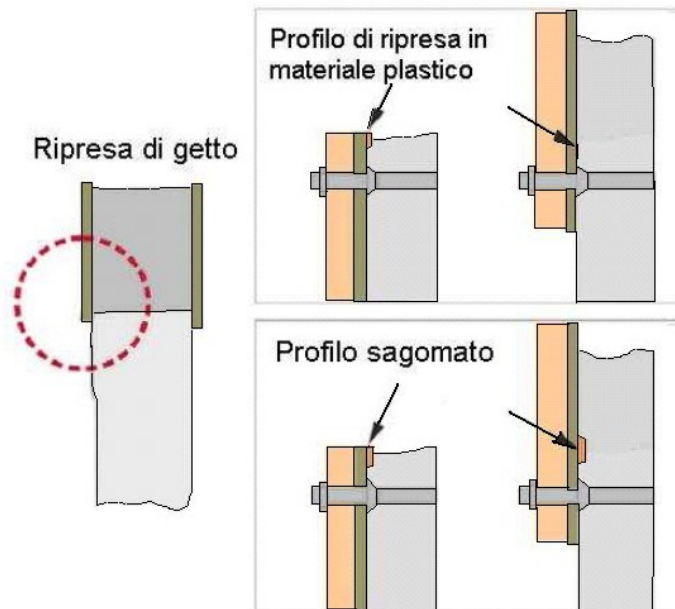


Figura 58.8 - Giunti delle casseforme in evidenza

Tabella 58.10 - Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista

Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista (superfici chiazze di chiaro o di scuro, presenza di macchie aventi dimensioni simili a quelle dell'aggregato)		
	Cause	Rimedi
<b>Casseforme</b>	Troppo flessibili	Adeguare le casseforme

<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Aggregati carenti nel contenuto in fini, granulometria non corretta, aggregato leggero con calcestruzzo troppo fluido	Adeguare la miscela
<b>Compattazione</b>	Vibrazione esterna eccessiva, o vibrazione eccessiva di calcestruzzo leggero	Correggere il sistema di vibrazione

Tabella 58.11 - Fessure di assestamento

<b>Fessure di assestamento (anche corte, di ampiezza variabile e disposte orizzontalmente)</b>		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Elementi sottili e complessi con difficoltà di accesso per il calcestruzzo e vibrator, spessore del copriferro inadeguato	Adeguare/verificare la geometria
<b>Casseforme</b>	Casseforme inadeguate e dalle superfici ruvide	Adeguare le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	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
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Composizione granulometrica inadeguata, calcestruzzo troppo fluido, cemento con presa troppo rapida	Verificare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Discontinua	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.12 - Variazioni di colore

<b>Variazioni di colore (variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme)</b>		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Ferri di armatura molto vicini alle casseforme	Adeguare il copriferro
<b>Casseforme</b>	Variazioni nelle proprietà di assorbimento superficiale, reazione fra il calcestruzzo e la superficie della cassaforma, reazione con l'agente disarmante, perdite di boiaccia in corrispondenza dei giunti	Correggere le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Granulometria inadeguata degli aggregati, miscelazione non completa, calcestruzzo troppo scorrevole, vibrazione eccessiva	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Segregazione dei costituenti, consistenza troppo fluida	Aggiustare la consistenza
<b>Compattazione</b>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Correggere la vibrazione

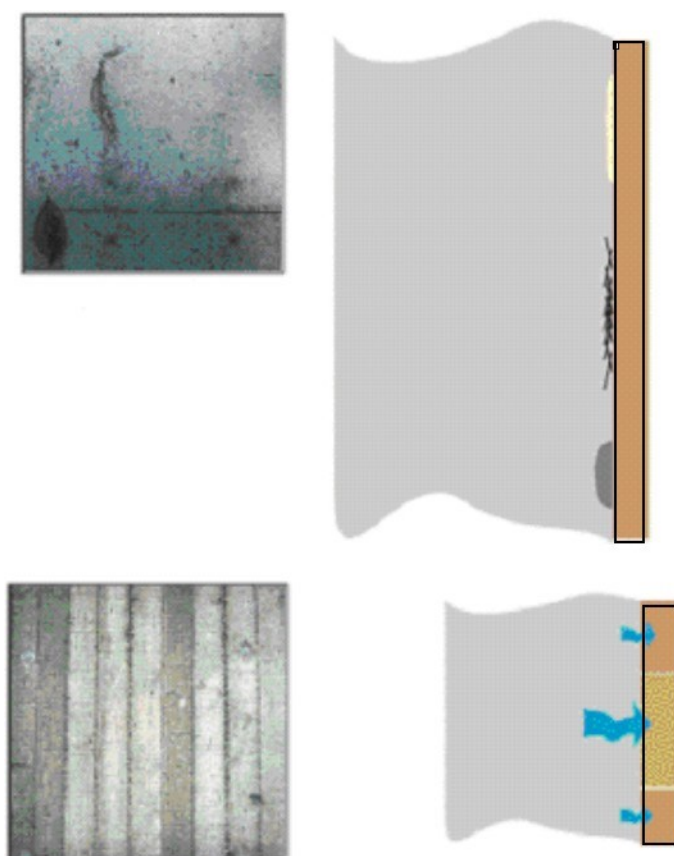


Figura 58.9 - Variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme

Tabella 58.13 - Striature di sabbia e acqua

<b>Striature di sabbia e acqua</b> <b>(variazioni di colore o di ombre dovute alla separazione di particelle fini)</b>		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Casseforme</b>	Mancanza di tenuta delle casseforme, acqua in eccesso sul fondo della cassaforma risalente durante il getto	Adeguare le casseforme, drenare e asciugare l'acqua
<b>Condizioni operative</b>	Temperatura bassa, calcestruzzo con eccesso di acqua	Adottare una protezione per le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Scarso o eccessivamente ricco di fini, miscela arida, con insufficiente contenuto di pasta	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo veloce	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Vibrazione e/o ampiezza di vibrazione eccessive	Adeguare la vibrazione

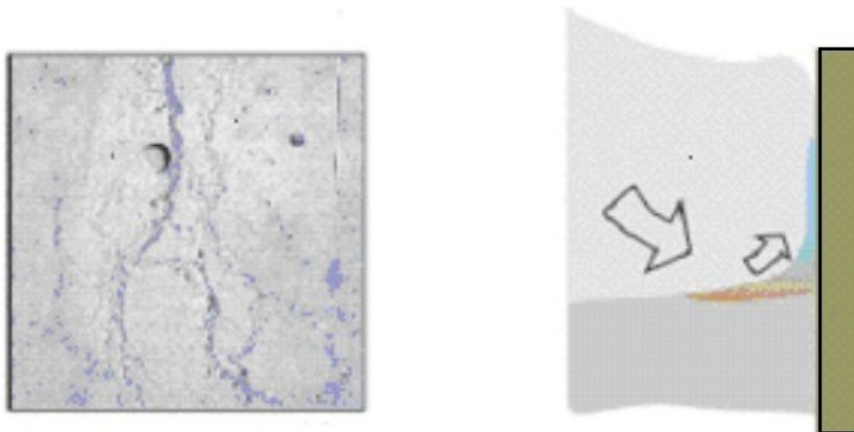


Figura 58.10 - Striature di sabbia e acqua

Tabella 58.14 - Delimitazione degli strati

Delimitazione degli strati (zone di colore scuro tra gli strati nel calcestruzzo)		
Cause		Rimedi
<b>Casseforme</b>	Troppo deformabili	Irrigidire le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Temperatura troppo elevata, mancanza di continuità nella posa del calcestruzzo e riprese di getto a freddo	Adeguare il mantenimento della lavorabilità
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Troppo bagnato con tendenza all'essudamento, presa rapida	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo lenta, attrezzature o mano d'opera inadeguate	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Carenze nella vibrazione, difetto di penetrazione dei vibratorii 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 connesso allo strato inferiore)		
Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Spazio insufficiente per inserire il vibratore	Adeguare i sistemi di vibrazione
<b>Condizioni operative</b>	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
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Elevata perdita di lavorabilità e indurimento troppo rapido	Migliorare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Strati troppo profondi, tempi di attesa eccessivi nella messa in opera dei vari strati	Adeguare le procedure di esecuzione
<b>Compattazione</b>	Vibrazione insufficiente, impossibilità di conferire continuità al getto inserendo il vibratore negli strati contigui, mancato inserimento dei vibratorii nello strato sottostante	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.16 - Marcatura delle casseforme

<b>Marcatura delle casseforme</b> (irregolarità sulla superficie in corrispondenza delle giunzioni delle casseforme, o come conseguenza di difetti delle casseforme)		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Giunti di costruzione in corrispondenza di una variazione nella direzione delle casseforme	
<b>Casseforme</b>	Inadeguate al tipo di getto (dimensioni del getto, pressione sulle casseforme) e di messa in opera, facilmente deformabili	Adeguare le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Sistema di ancoraggio delle casseforme inadeguato, eccessivo accumulo di calcestruzzo prima della sua distribuzione	Correggere il sistema di ancoraggio e le procedure di getto
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Eccessivo ritardo nell'indurimento del calcestruzzo	Migliorare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo lenta	Accelerare la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Ampiezza di vibrazione eccessiva, disomogenea distribuzione dei punti di immersione dei vibratori	Adeguare la vibrazione

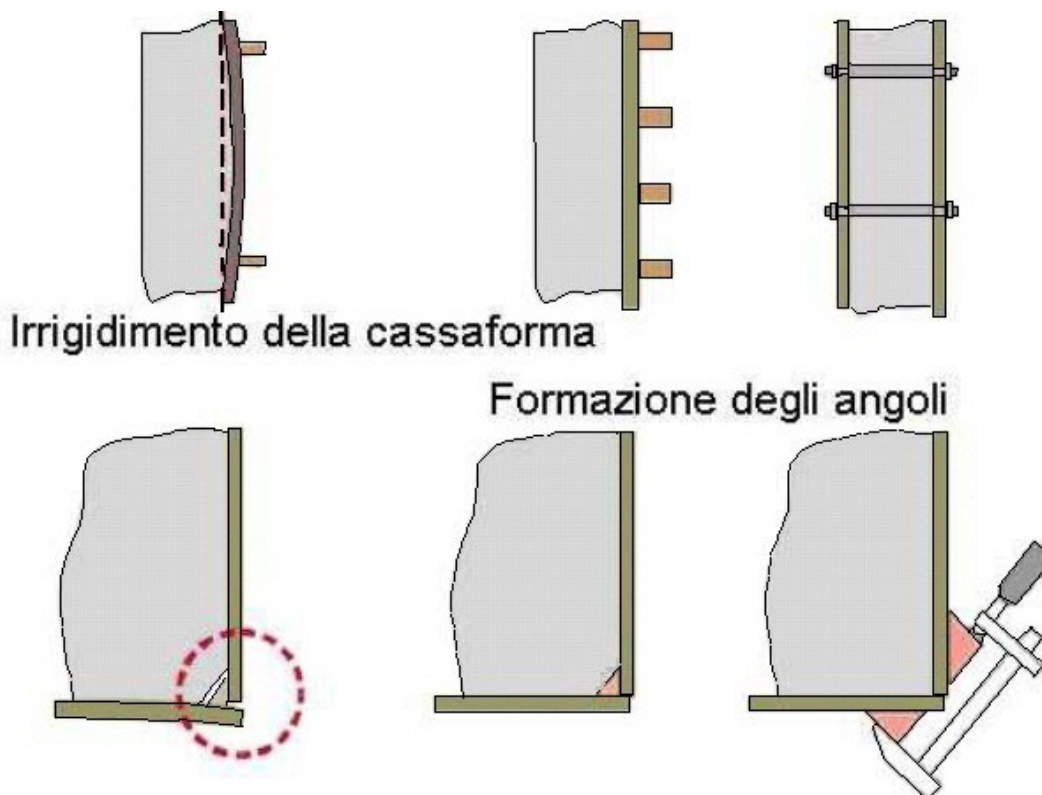


Figura 58.11 - Marcatura delle casseforme

Tolleranze dimensionaliPilastr

LUNGHEZZA	$\pm 1$ cm
DIMENSIONE ESTERNA	$\pm 0,5$ cm
FUORI PIOMBO PER METRO DI ALTEZZA	1/500
INCAVO PER ALLOGGIAMENTO TRAVI	$\pm 0,5$ cm

Travi

LUNGHEZZA	$\pm 2$ cm
LARGHEZZA	$\pm 0,5$ cm
ALTEZZA	$\pm 1$ cm
SVERGOLATURE PER METRO DI LUNGHEZZA	1/1000

**Art. 37. Esecuzione di strutture in cemento armatoprecompresso**Compattazione dei getti

Il getto di calcestruzzo per strutture precomprese deve essere costipato per mezzo di vibrator

Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione

Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non menodi 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al

diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione

Dietro gli apparecchi di ancoraggio deve disporsi una armatura tridirezionale atta ad assorbire, conlargo margine, gli sforzi di trazione e di taglio derivanti dalla diffusione delle forze concentrate, ivi comprese le eventuali reazioni vincolari.

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 conintagli, pieghe, ecc.

Si deve, altresì, prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino alla ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro, si devono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito. I due dati devono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi allungamenti a scopo di controllo delle perdite per attrito.

Il posizionamento delle barre e dei cavi deve essere accuratamente controllato prima del getto.

### Operazioni di tiro

Qualora all'atto del tiro si riscontrino perdite per attrito superiori a quelle previste in progetto, un'aliquota di queste, fino ad un massimo del 7% della tensione iniziale, potrà essere compensata da una maggiore tensione di carattere temporaneo.

I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, ossia le letture ai manometri e gli allungamenti misurati, verranno registrati in apposite tabelle, sulle quali saranno preventivamente indicate le tensioni iniziali delle armature e gli allungamenti teorici.

Il dispositivo di misura dello sforzo deve essere possibilmente indipendente dalle apparecchiature, per 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'interno del 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, richiederà l'adozione di idonei accorgimenti come l'assorbimento della tensione iniziale fino al massimo consentito e, se necessari, l'attuazione di procedure specifiche, quali la lubrificazione, che non deve alterare la successiva aderenza tra armatura e la malta delle iniezioni.

Un'eccedenza di allungamento, quando non sia dovuta al cedimento dell'ancoraggio opposto o all'assestamento iniziale del cavo, tratto che deve essere accertato con particolare attenzione, indica un attrito inferiore a quello previsto. In tal caso, si deve ridurre la tensione, per evitare che la tensione finale lungo il cavo sia superiore a quella ammessa.

### Protezione dei cavi e iniezioni

Le guaine dei cavi devono essere assolutamente stagne e le giunzioni devono essere efficacemente protette.

Alla buona esecuzione delle iniezioni è affidata la conservazione nel tempo delle strutture in cemento armato 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 contenere agenti aggressivi. Deve essere composta da cemento, acqua ed eventuali additivi. Elementi inerti (per esempio farina di sabbia) possono impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm, nel rapporto in peso inerti/cemento < 25%.

Gli additivi non devono contenere ioni aggressivi (cloruri, solfati, nitrati, ecc.) e, comunque, non produrre un aumento di ritiro.

Possono impiegarsi resine sintetiche o bitume o altro materiale, solo dopo averne dimostrato la validità mediante idonea documentazione sperimentale.

La malta deve essere sufficientemente fluida perché la si possa correttamente iniettare nei canali. Si consiglia di controllare la fluidità della malta accertando che il tempo misurato al cono di Marsh sia compreso fra 13 e 25 secondi.

La resistenza a trazione per flessione a sette giorni deve essere maggiore o uguale a 4 N/mm<sup>2</sup>. 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 essere il minore possibile, compatibilmente con la fluidità richiesta e comunque non deve superare 0,40 e 0,38 se con additivi, e, inoltre, deve essere tale che la quantità d'acqua di essudamento alla superficie della pasta, in 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'impasto sia esente da grumi. Immediatamente prima dell'iniezione di malta, i cavi vanno puliti. L'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni. La pompa deve avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a 10 cm la velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m al minuto, senza che la pressione superi le 1000 kPa (10 atm). La pompa deve avere un efficace dispositivo per evitare le sovrappressioni. Non è ammessa l'iniezione con aria compressa. Quando possibile, l'iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto. Per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore. La malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quella alla bocca di immissione e non deve contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati, si manterrà una pressione di 500 kPa fin tanto che la pressione permane senza pompare per almeno un minuto. La connessione fra l'ugello del tubo di iniezione e il condotto deve essere realizzata con dispositivo meccanico e tale che non possa aversi entrata d'aria. Appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmatidi 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 condotto dovrà risultare non minore di 4 cm<sup>2</sup>.

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 iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione, salvo casi eccezionali di ritardatura, nei quali devono essere adottati accorgimenti speciali al fine di evitare che possano iniziare fenomeni di 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 seguenti alla iniezione, si può continuare l'iniezione stessa con una malta antigelo di cui sia accertata la non aggressività, contenente il 6÷10% di aria occlusa.

Se può aversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisogna riscaldare la struttura e mantenerla calda 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 o brina. È vietato il lavaggio a vapore.



## **Art. 38. Armature minime e limitazioni geometriche delle sezioni degli elementi strutturali in c.a.**

### Generalità

Le armature di elementi strutturali in cemento armato devono rispettare le dimensioni minime stabilite dal punto 4.1.6.1.1 delle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

### Armatura minima delle travi

L'area dell'armatura longitudinale  $A_{s,min}$  in zona tesa non deve essere inferiore a:

$$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

dove

$b_t$  rappresenta la larghezza media della zona tesa (per una trave a T con piattabanda compressa, nel calcolare 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, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio.

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare 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 inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ , essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al 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.

### Armatura minima dei pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore o uguale a 12 mm, e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm. Inoltre, la loro area non 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 diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non 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.

### Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo non inferiore a 15 mm.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle

tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in tabella 60.1, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di tabella 4.1.IV delle norme tecniche per le costruzioni. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da cemento 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, secondo 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 la tabella 2.4.I delle norme tecniche per le costruzioni). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 secondo la citata tabella 2.4.I) i valori della tabella 60.1 vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a  $C_{min}$ , i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili, o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso ivani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

			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

Tabella 60.1 - Valori minimi di copriferro

### Dettagli costruttivi

Le indicazioni fornite nel seguito in merito ai dettagli costruttivi si applicano sia alle strutture in cemento armato gettate in opera che alle strutture in cemento armato prefabbricate. I dettagli costruttivi sono articolati in termini di:

- limitazioni geometriche;
- limitazioni di armatura.

### Limitazioni geometriche

#### Travi

La larghezza  $b$  della trave deve essere  $\geq 20$  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'altezza della sezione trasversale della trave stessa, risultando, comunque, non maggiore di due volte  $bc$ , essendo  $bc$  la larghezza del pilastro ortogonale all'asse della trave.

Il rapporto  $b/h$  tra larghezza e altezza della trave deve essere  $\geq 0,25$ .

Non deve esserci eccentricità tra l'asse delle travi che sostengono pilastri in falso e l'asse dei pilastri che le sostengono. Esse devono avere almeno due supporti, costituiti da pilastri o pareti. Le pareti non possono 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 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro o da entrambi i lati a partire dalla sezione di prima plasticizzazione. Per travi che sostengono un pilastro in falso, si assume una 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'altezza della sezione non deve essere inferiore ad un decimo della maggiore tra le distanze tra il punto in cui si annulla il momento flettente e le estremità del pilastro.

In assenza di analisi più accurate, si può assumere che la lunghezza della zona critica sia la maggiore tra l'altezza della sezione,  $1/6$  dell'altezza libera del pilastro, 45 cm, l'altezza libera del pilastro se questa è 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 concorrenti in un nodo. Nel caso che tale eccentricità superi  $1/4$  della larghezza del pilastro, la trasmissione degli sforzi deve 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 caso in cui nelle travi di collegamento siano da prevedersi, ai sensi del paragrafo 7.4.4.6 (armature inclinate) delle 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 funzionamento scatolare ad un solo piano non destinate ad uso abitativo.

Devono essere evitate aperture distribuite irregolarmente, a meno che la loro presenza non venga 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 maggiore tra la larghezza della parete e  $1/6$  della sua altezza.

### Limitazioni di armatura

#### Travi

##### Armature longitudinali

Almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave.

Le armature longitudinali delle travi, sia superiori che inferiori, devono attraversare, di regola, inodi, senza ancorarsi o giuntarsi per sovrapposizione in essi. Quando ciò non

risulti possibile, sono da rispettare le seguenti prescrizioni:

- le barre vanno ancorate oltre la faccia opposta a quella di intersezione con il nodo, oppure rivoltate 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 nelle barre pari a  $1,25 f_{yk}$ , e misurata a partire da una distanza pari a 6 diametri dalla faccia del pilastro verso l'interno.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora oltre il nodo non può terminare all'interno di una zona critica, ma deve ancorarsi oltre di essa.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora nel nodo, invece, deve essere collocata all'interno delle staffe del pilastro.

Per nodi esterni si può prolungare la trave oltre il pilastro, si possono usare piastre saldate alla fine delle barre, si possono piegare le barre per una lunghezza minima pari a dieci volte il loro diametro, disponendo un'apposita armatura trasversale dietro la piegatura.

### Armature trasversali

Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive, invece, devono essere disposte ad un passo 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 verifiche, 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 minimo 6 mm, con ganci a  $135^\circ$  prolungati per almeno 10 diametri alle due estremità. I ganci devono essere assicurati alle barre longitudinali.

### Pilastrri

Nel caso in cui i tamponamenti non si estendano per l'intera altezza dei pilastri adiacenti, l'armatura risultante deve essere estesa per una distanza pari alla profondità del pilastro oltre la zona priva di tamponamento. Nel caso in cui l'altezza della zona priva di tamponamento fosse inferiore a 1,5 volte la 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'armatura 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  $\rho$  di armatura longitudinale, con  $\rho$  rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:  $1\% \leq \rho \leq 4\%$ . Se sotto l'azione del sisma la forza assiale su un pilastro è di trazione, la lunghezza di 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 da legature;
- le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm e 20 cm da una barra fissata, rispettivamente per CD"A" e CD"B".

Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm, e il loro passo deve 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"B".

### Nodi trave-pilastro

Lungo le armature longitudinali del pilastro che attraversano i nodi non confinati devono essere disposte staffe di contenimento in quantità almeno pari alla maggiore prevista nelle zone del pilastro inferiore e superiore adiacenti al nodo. Questa regola può non essere osservata nel caso di nodi interamente confinati.

### Pareti

Le armature, sia orizzontali che verticali, devono avere diametro non superiore ad  $1/10$  dello spessore della parete, devono essere disposte su entrambe le facce della parete, ad un passo non superiore a 30 cm, e devono essere collegate con legature, in ragione di almeno nove ogni metro quadrato. Nella zona critica si individuano alle estremità della parete due zone confinate aventi per lato lo spessore della parete e una lunghezza confinata  $l_c$  pari al 20% della lunghezza in pianta  $l$  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: 1%  $\square$   $\square$  4%. Nelle zone confinate l'armatura trasversale deve essere costituita da barre di diametro non inferiore a 6 mm, disposti in modo da fermare una barra verticale ogni due, con un passo non superiore a otto volte il diametro della barra o a 10 cm. Le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm da una barra fissata. Le armature inclinate che attraversano potenziali superfici di scorrimento devono essere efficacemente ancorate al di sopra e al di sotto della superficie di scorrimento, e attraversare tutte le sezioni della parete poste al di sopra di essa e distanti da essa meno della minore tra  $1/2$  altezza e  $1/2$  larghezza della parete. Nella rimanente parte della parete, in pianta ed in altezza, vanno seguite le regole delle condizioni non sismiche, con un'armatura minima 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 spirale o da staffe di contenimento con passo non superiore a 100 mm. In questo caso, in aggiunta all'armatura diagonale, deve essere disposta nella trave un'armatura di almeno 10 cm di diametro, distribuita a passo 10 cm in direzione sia longitudinale che trasversale, e un'armatura corrente di due barre da 16 mm ai bordi superiore e inferiore. Gli ancoraggi delle armature nelle pareti devono essere del 50% più lunghi di quanto previsto per il dimensionamento in condizioni non sismiche.

## **Art. 39. Armature minime degli elementi strutturali incemento armato precompresso**

### Armatura longitudinale ordinaria

Nelle travi precomprese, anche in assenza di tensioni di trazione, la percentuale di armatura longitudinale ordinaria non dovrà essere inferiore allo 0,1% dell'area complessiva dell'anima e dell'eventuale ringrosso dal lato dei cavi. Nel caso sia prevista la parzializzazione della sezione in esercizio, le barre longitudinali di armatura ordinaria devono essere disposte nella zona della sezione che risulta parzializzata.

### Staffe

Nelle travi dovranno disporsi staffe aventi sezione complessiva non inferiore a  $1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ , essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e, comunque, passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione. In prossimità di carichi concentrati o delle zone d'appoggio, valgono le prescrizioni di cui al paragrafo 4.1.2.1.3 delle norme tecniche per le costruzioni. In presenza di torsione, valgono le prescrizioni di cui al paragrafo 4.1.2.1.4 delle norme tecniche per le costruzioni. In particolare, si evidenzia che le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore  $t$  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. 40. Solai misti di cemento armato e cementoarmato precompresso**

### 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 inferiore a 80 mm. Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli solaio completi, illimitato può scendere a 50 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.

### Esecuzione

#### Bagnatura degli elementi

Prima di procedere ai getti di calcestruzzo, i blocchi di laterizi devono essere convenientemente bagnati.

#### Blocchi

I blocchi per solai con rilevanti difetti di costruzione o danneggiati durante la movimentazione per laposa in opera, devono essere eliminati e sostituiti con altri idonei.

#### Allineamenti e forzature

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

Calcestruzzi per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del calcestruzzo in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite. Il diametro massimo degli inerti impiegati nella composizione del calcestruzzo non deve superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature. Il getto di calcestruzzo deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con gli eventuali altri elementi prefabbricati.

Puntellamento provvisorio

Ogni campata di solaio deve risultare idoneamente puntellata con un numero di puntelli rompitratta di numero e sezione adeguata, in funzione del carico da sostenere prima della maturazione del calcestruzzo. Il sistema di sostegno non deve pregiudicare la planarità della superficie di intradosso per effetto della deformazione dovuta ai carichi.

**Art. 41. Esecuzione di strutture prefabbricate**Programma di montaggio

I montaggi degli elementi strutturali dovranno seguire il programma generale dei lavori, e l'inizio degli stessi dovrà essere comunicato alla direzione dei lavori con almeno sette giorni di preavviso. Prima dell'inizio del montaggio l'appaltatore deve approntare il progetto degli schemi di montaggio e protezione da sottoporre alla direzione dei lavori, nonché dare comunicazione dei tempi globali di montaggio esplicitando le varie fasi di lavoro con le relative durate.

Identificazione degli elementi

Ogni elemento prefabbricato componente la fornitura dovrà essere individuabile a mezzo di piastrina incorporata nel getto, riportante la numerazione caratteristica prevista sui disegni costruttivi e quanto altro necessario per consentire il controllo da parte della direzione dei lavori.

Stoccaggio

Nella fase di stoccaggio, gli elementi prefabbricati devono essere vincolati in maniera tale che, tenuto conto del grado di maturazione del calcestruzzo, non si producano deformazioni pregiudizievoli per la stabilità dell'edificio.

Verifiche preliminari

Prima di effettuare il posizionamento strutturale degli elementi, si deve controllare che gli elementi stessi, nonché le sedi che dovranno riceverli, siano conformi al progetto esecutivo, nel rispetto delle relative tolleranze.

Giunti e unionia) posa e regolazione

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati, si devono prendere tutte le precauzioni necessarie per ridurre le sollecitazioni dinamiche, conseguenti ai movimenti per il posizionamento degli elementi, e per evitare eccessive concentrazioni di sforzi. I dispositivi

di regolazione devono consentire il rispetto di tutte le tolleranze stabilite dal progetto esecutivo. Gli eventuali vincoli impiegati in fase di posa e lasciati in sito devono risultare più deformabili dell'eventuale materiale di riempimento dell'unione, per evitare concentrazioni di sforzi.

b) dispositivi provvisori di vincoli

Gli elementi prefabbricati, dopo essere stati posati e regolati, non devono subire spostamenti durante il 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 modo da realizzare la trasmissione delle sollecitazioni e permettere i movimenti conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo, senza che si producano lesioni nelle parti a contatto. In particolare, per l'appoggio di elementi inflessi, è vietato il contatto diretto tra due o più elementi in calcestruzzo. I materiali impiegati nelle unioni devono avere una durabilità almeno pari a quella degli elementi da collegare e, inoltre, devono avere 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 superfici affacciate si deve garantire un adeguato distanziamento delle superfici stesse per consentire i movimenti degli elementi conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo. Le opere di finitura non devono compromettere la funzionalità del giunto.

c2) unioni

La trasmissione degli sforzi tramite le unioni deve essere immediatamente mobilitata, senza che avvengano assestamenti preventivi non espressamente previsti nel progetto esecutivo. Il calcestruzzo destinato a realizzare le unioni deve avere le stesse caratteristiche meccaniche e di confezionamento del calcestruzzo degli elementi prefabbricati. In particolare, per le unioni impieganti malta è richiesto un forte dosaggio di cemento. Prima dell'esecuzione dei getti di calcestruzzo, si deve curare la pulizia e la umidificazione delle parti che verranno a contatto con il getto, per evitare in questo un eccessivo impoverimento d'acqua. Tutti i getti devono essere ben compattati, preferibilmente con dispositivi meccanici, evitando fughe incontrollate di materiale. L'impasto deve avere una consistenza tale da facilitare il getto, consentire il perfetto riempimento dell'unione e la successiva compattazione. Nelle unioni che impiegano elementi metallici, è necessario garantire che questi provochino lesioni locali nel calcestruzzo adiacente. In quelle che impiegano elementi da saldare *in situ*, oltre ad assicurare la mutua corrispondenza di tali elementi, occorre prendere le necessarie precauzioni per proteggere il calcestruzzo adiacente da un eccessivo riscaldamento. Nelle unioni che impiegano adesivi, le superfici degli elementi prefabbricati da collegare devono essere consistenti, pulite, lisce e ravvicinate, in maniera che lo strato adesivo abbia uno spessore piccolo e uniforme, secondo le indicazioni della ditta produttrice. Per tutte le unioni che impiegano adesivi, sono obbligatorie prove preventive di resistenza e di durabilità, tenendo presente che gli adesivi sono più o meno sensibili alle variazioni di temperatura.

Posa in opera dei pannelli



Il trasporto di tutti i materiali dal cantiere di prefabbricazione al luogo di impiego verrà effettuato con opportuni mezzi, al fine di evitare sollecitazioni anormali, nonché possibili sbrecciature, fessurazioni e cavillature ai vari elementi. Analoghe cautele devono essere prese durante le operazioni di scarico e posa in opera. Eventuali spessoramenti, cunei, puntellature, ecc. devono essere rimossi ad avvenuto bloccaggio dei pannelli. Il montaggio deve essere iniziato dopo un controllo delle strutture portanti da parte del direttore dei lavori in contraddittorio con l'appaltatore. Tutte le superfici che formano giunti nei pannelli devono essere pulite da polvere, sporco e sostanze estranee. Ciascun pannello dovrà essere collocato nella posizione prevista dai disegni esecutivi. I pannelli danneggiati, macchiati, graffiati, ecc. devono essere rimossi e sostituiti con altri idonei.

Dopo che i pannelli siano stati montati e le giunzioni opportunamente sigillate, le superfici in vista saranno pulite accuratamente, con una soluzione di tipo approvato, per rimuovere qualsiasi macchia o materiale estraneo.

### Sigillature dei giunti dei pannelli

Le sigillature saranno previste sempre sulle due facce esposte del giunto per i pannelli di tamponamento. Il sigillante deve essere applicato secondo le raccomandazioni del produttore, sotto pressione, per mezzo di una pistola equipaggiata di un effusore di adeguata misura in modo da riempire tutti i vuoti. I giunti dovranno risultare lisci e continui, in particolare all'interno, dove i pannelli potranno restare a vista. La sigillatura deve essere realizzata con materiale di tipo sovraverniciabile.

### Tolleranze dimensionali

#### Pilastri

ALTEZZA TRA BASE PILASTRO ED ESTRADOSSO	+/- 0,5 cm
FUORI PIOMBO PER METRO DI ALTEZZA	+/- 0,5 cm

#### Travi

SCOSTAMENTO ASSE DI APPOGGIO	-
DIREZIONE LONGITUDINALE	± 0,5 cm
DIREZIONE TRASVERSALE	± 0,5 cm

#### 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. 42. Esecuzione di strutture in acciaio**

### Composizione degli elementi strutturali

#### Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Una deroga può essere consentita fino ad uno spessore  $t = 3$  mm per opere sicuramente

protette contro la corrosione, quali, per esempio, tubi chiusi alle estremità e profili zincati, oppure opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano gli elementi e i profili sagomati a freddo.

### Problematiche specifiche

Si può far riferimento a normative di comprovata validità, in relazione ai seguenti aspetti specifici:

- 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.

### Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio, saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

### Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

#### Serraggio dei bulloni

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata. Tutte, peraltro, devono essere tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ .

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di  $10^\circ$  il dado;
- dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a  $60^\circ$  e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

### Prescrizioni particolari

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non

abbianogiacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

### Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

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 nella norma **UNI EN 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto 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 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 sollevamento e 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.

In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica 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 si 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 livelli di 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%, saranno definiti dal collaudatore e dal direttore dei lavori. Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione, si useranno metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche). Per i giunti a piena penetrazione, invece, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici, e cioè raggi X o gamma 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 riferimento alle 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 realizzati 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 saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità, riassunti nella tabella 65.1. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore, secondo criteri di indipendenza ed 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
	A	B	C	D
<b>Riferimento</b>				
<b>Materiale base: spessore minimo delle membrane</b>	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235S275S355 S460, s < 30mm	S235S275S355S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati <sup>1</sup>
<b>Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834</b>	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
<b>Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719</b>	Di base	Specifico	Completo	Completo
<sup>1</sup> Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

### 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.

### Qualificazione dei saldatori

**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.

### Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

### Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla 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, dovranno prevedersi adeguati sovrappessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati, ma possono essere, invece, zincati a caldo.

### Art. 43. Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo

#### 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 piatto a cui il connettore è saldato deve essere sufficiente per l'esecuzione della saldatura e per una efficace trasmissione delle azioni di taglio. La distanza minima tra il connettore e il bordo della piattabanda cui è collegato deve essere almeno 20 mm.

L'altezza complessiva del piolo dopo la saldatura deve essere almeno tre volte il diametro del gambo del 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 piolo non deve eccedere 1,5 volte lo spessore del piatto a cui è collegato. Quando i connettori a piolo sono saldati sull'ala, in corrispondenza dell'anima del profilo in acciaio, il loro diametro non deve essere superiore a 2,5 volte lo spessore dell'ala.

Quando i connettori sono utilizzati con le lamiere grecate per la realizzazione degli impalcati negli edifici, l'altezza nominale del connettore deve sporgere non meno di due volte il diametro del gambo al di sopra della lamiera grecata. L'altezza minima della greca che può essere utilizzata negli edifici è di 50 mm.

#### Spessori minimi

Nelle travi composte da profilati metallici e soletta in cemento armato lo spessore della soletta collaborante non deve essere inferiore a 50 mm e lo spessore della piattabanda della trave di acciaio cui è collegata la soletta non deve essere inferiore a 5 mm.

#### Colonne composte

##### Generalità e tipologie

Si considerano colonne composte soggette a compressione centrata, presso-flessione e taglio, costituite dall'unione di profili metallici, armature metalliche e calcestruzzo, con sezione costante:

- sezioni completamente rivestite di calcestruzzo;
- sezioni parzialmente rivestite di calcestruzzo;
- sezioni scatolari rettangolari riempite di calcestruzzo;
- sezioni circolari cave riempite di calcestruzzo. Si veda la figura 66.1.

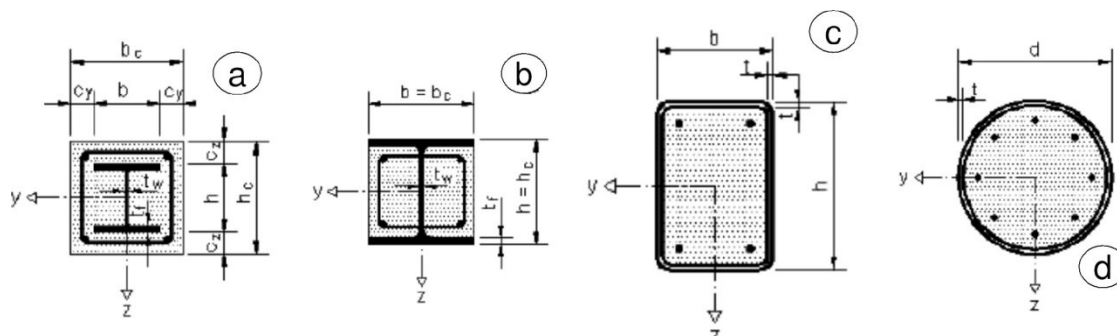


Figura 66.1 - Tipi di sezioni per colonne composte

### 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 cemento 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 allo 0,3% della sezione in calcestruzzo;
- l'armatura trasversale deve essere progettata seguendo le regole delle strutture in cemento armato ordinario;
- la distanza tra le barre e il profilo può essere inferiore a quella tra le barre oppure nulla; in questi casi il perimetro efficace per l'aderenza acciaio-calcestruzzo deve essere ridotto alla metà o a un quarto, rispettivamente;
- le reti elettrosaldate possono essere utilizzate come staffe nelle colonne rivestite ma non possono sostituire l'armatura longitudinale.

Nelle sezioni riempite di calcestruzzo generalmente l'armatura non è necessaria.

### Solette composte con lamiera grecata

Si definisce *composta* una soletta in calcestruzzo gettata su una lamiera grecata, in cui quest'ultima, ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, partecipa alla resistenza dell'insieme, costituendo interamente o in parte l'armatura inferiore.

La trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può essere affidata 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 attrito nel 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 sistemi ad ingranamento (figura 66.2 (c));
- con ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con sistemi a ingranamento per attrito (figura 66.2 (d)).

Occorre, in ogni caso, verificare l'efficacia e la sicurezza del collegamento tra lamiera grecata e calcestruzzo.

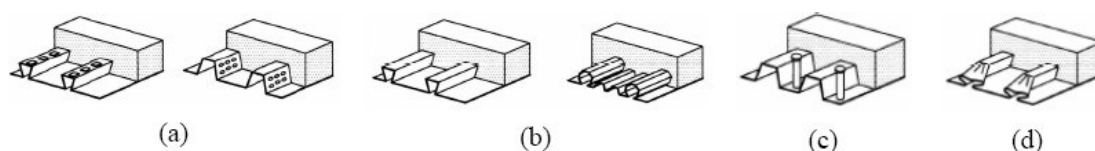


Figura 66.2 - Tipiche forme di connessione per ingranamento delle solette composte

### Spessore minimo delle lamiere grecate

Lo spessore delle lamiere grecate impiegate nelle solette composte non deve essere inferiore a 0,8 mm. Lo spessore della lamiera potrà essere ridotto a 0,7 mm quando in fase costruttiva vengano studiati idonei provvedimenti atti a consentire il transito in sicurezza dei

mezzi d'opera e del personale.

### Spessore minimo della soletta

L'altezza complessiva  $h$  del solaio composto non deve essere minore di 80 mm. Lo spessore del calcestruzzo  $h_c$  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 diaframma orizzontale, l'altezza complessiva non deve essere minore di 90 mm e  $h_c$  non deve essere minore di 50 mm.

### Dimensione nominale degli inerti

La dimensione nominale dell'inerte dipende dalla più piccola dimensione dell'elemento strutturale nel quale il calcestruzzo deve essere gettato.

### Appoggi

Le solette composte sostenute da elementi di acciaio o calcestruzzo devono avere una larghezza di appoggio minima di 75 mm, con una dimensione di appoggio del bordo della lamiera grecata di almeno 50 mm.

Nel caso di solette composte sostenute da elementi in diverso materiale, tali valori devono essere portati rispettivamente a 100 mm e 70 mm.

Nel caso di lamiere sovrapposte o continue che poggiano su elementi di acciaio o calcestruzzo, l'appoggio 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 presenza di adeguate specifiche di progetto circa tolleranze, carichi, campate, altezza dell'appoggio e requisiti di continuità per le armature.

## **Art. 44. Posa in opera dei dispositivi antisismici**

### La procedura di accettazione

All'atto della posa in opera dei dispositivi antisismici, il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il dispositivo sia dotato di attestato di conformità di cui al D.P.R. n. 246/1993 (marcatura CE) ovvero, ove non ricorrano i casi di cui ai punti A e C del paragrafo 11.1 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, che sia dotato di attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale, nonché del marchio previsto nel paragrafo precedente, e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore del sistema stesso.

Il direttore dei lavori deve, inoltre, rifiutare le eventuali forniture non conformi, ed effettuare idonee prove di accettazione che comprendano, in ogni caso, la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali, nonché, eventualmente, la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche secondo le modalità descritte nel seguito.

### I dispositivi a comportamento lineare

#### Le prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate

ad accertare la tensione e l'allungamento al limite elastico, e la tensione e l'allungamento a rottura del materiale costituente gli elementi base del dispositivo. Esse sono finalizzate ad individuare i valori medi e quelli caratteristici delle quantità suddette, e la prevedibile costanza di comportamento del materiale considerato, e devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo, e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, alla temperatura interna e all'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova devono essere stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

### Le prove di qualificazione sui dispositivi

Detto  $d_2$  lo spostamento massimo di progetto in un dispositivo, corrispondente allo SLC, le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati, sono le seguenti:

- prova preliminare, condotta imponendo al prototipo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima non inferiore a  $\pm 0,1 d_2$ ,  $\pm 0,2 d_2$ ,  $\pm 0,3 d_2$ ,  $\pm 0,5 d_2$ ,  $\pm 0,7 d_2$ , e almeno dieci cicli con ampiezza massima non inferiore a  $\pm d_2$ ;
- prova quasi statica, condotta imponendo al prototipo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a  $\pm d_2$ ;
- prova dinamica, condotta imponendo al prototipo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a  $\pm d_2$ , applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di progetto relativo allo stato limite di collasso e assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni, e per i soli dispositivi facenti parte di sistemi di isolamento sismico, a quella corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo.

La prova dinamica può essere sostituita da una replica della prova statica, qualora il materiale degli elementi base sia acciaio, o altro materiale il cui comportamento ciclico non dipenda dalla velocità di deformazione. Tale proprietà dovrà, eventualmente, essere verificata attraverso apposite prove sui materiali o sugli elementi base.

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno due dispositivi. I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione solo se gli elementi sollecitati in campo non lineare vengono sostituiti, o se la loro resistenza alla fatica oligociclica è di un ordine di grandezza superiore al numero dei cicli delle prove, e, comunque, previo accertamento della piena funzionalità, attraverso la successiva effettuazione delle prove di accettazione e verifica dei relativi parametri.

Qualora il dispositivo sia geometricamente simile ad un isolatore elastomerico e sia soggetto ad azione tagliante, senza però svolgere funzione portante, le prove di qualificazione dovranno essere condotte secondo 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 vincolo sulle facce superiori e inferiori del dispositivo in opera;
- nessuna prova di *creep*.



### Le prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il  $\pm 10\%$ , sono le seguenti:

- misura della geometria esterna – con tolleranza di  $\pm 10\%$  sugli spessori e  $\pm 5\%$  sulle lunghezze – dei componenti che risultano determinanti ai fini del comportamento del dispositivo nel sistema strutturale;
- prova ciclica condotta imponendo al prototipo almeno quattro cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima non inferiore a  $\pm d/20$ , volte a determinare il valore della rigidezza teorica iniziale  $K_1$ ;
- le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di quattro e non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Su almeno un dispositivo verrà anche condotta una prova quasi statica, imponendo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a  $\pm d/2$ .

Qualora il dispositivo abbia caratteristiche costruttive analoghe a quelle di un isolatore elastomerico, ne sia geometricamente simile e sia soggetto ad azione tagliante, senza però svolgere funzione portante dei carichi verticali, le prove di accettazione dovranno essere condotte secondo le modalità previste per le prove su isolatori elastomerici, ma con una variante, consistente nella caratterizzazione dei dispositivi in assenza di carico iniziale, riproducendo le condizioni di vincolo sulle facce superiori e inferiori del dispositivo in opera.

### I dispositivi a comportamento non lineare

I dispositivi a comportamento non lineare possono realizzare comportamenti meccanici diversi, ad elevata o bassa dissipazione di energia, con riduzione o incremento della rigidezza al crescere dello spostamento, con o senza spostamenti residui all'azzeramento della forza. Nel seguito si tratteranno dispositivi caratterizzati da una riduzione della rigidezza, ma con forza sempre crescente, al crescere dello spostamento, i cui diagrammi forza-spostamento sono sostanzialmente indipendenti dalla velocità di percorrenza e possono essere schematizzati come nella figura 67.1.

I dispositivi a comportamento non lineare sono costituiti da elementi base che ne determinano le caratteristiche meccaniche fondamentali ai fini della loro utilizzazione. Il loro comportamento è individuato dalla curva caratteristica che lega la forza trasmessa dal dispositivo al corrispondente spostamento. Tali curve caratteristiche sono, in generale, schematizzabili con delle relazioni bilineari definite imponendo il passaggio per il punto di coordinate  $(F_1, d_1)$ , corrispondente al limite teorico del comportamento elastico lineare del dispositivo, e per il punto di coordinate  $(F_2, d_2)$ , corrispondente alla condizione di progetto allo SLC.

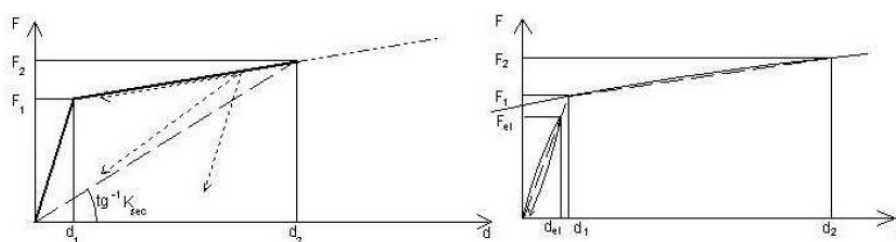


Figura 67.1 - Diagrammi forza-spostamento per dispositivi non lineari

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 comportamento è sostanzialmente lineare. In generale può assumersi un valore pari a  $d_2/20$ ;

$F_{el}$  = forza corrispondente a  $d_{el}$ , nel ramo di carico iniziale sperimentale;

$d_1$  = ascissa del punto d'intersezione della linea retta congiungente l'origine con il punto  $(d_{el}, F_{el})$  e la linea retta congiungente i punti  $(d_2/4, F(d_2/4))$  e  $(d_2, F_2)$  nel terzo ciclo della prova sperimentale;  $F_1$  = ordinata del punto d'intersezione della linea retta congiungente l'origine con il punto  $(d_{el}, F_{el})$  e la linea retta congiungente i punti  $(d_2/4, F(d_2/4))$  e  $(d_2, F_2)$  nel terzo ciclo della prova sperimentale;

$d_2$  = spostamento massimo di progetto del dispositivo corrispondente allo SLC;

$F_2$  = 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, vengono definite 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 è  $\square_e = Ed / (2 \square F_2 \cdot d_2)$ , essendo  $Ed$  l'area del ciclo d'isteresi.

Per assicurare un comportamento ciclico stabile, le variazioni in una serie di cicli di carico riferiti allo stesso spostamento massimo devono essere limitate nel modo seguente:

$$\begin{aligned} |K_{2,(i)} - K_{2,(3)}| / K_{2,(3)} &\leq 10\% \\ |\square_{e,(i)} - \square_{e,(3)}| / \square_{e,(3)} &\leq 10\% \end{aligned}$$

dove il pedice 3 si riferisce a quantità determinate nel terzo ciclo di carico e il pedice  $i$  si riferisce 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 progettazione della struttura, completato dei rami di scarico e ricarico coerenti con il comportamento reale, deve essere tale che l'energia dissipata in un ciclo non differisca di più del 10% dall'energia dissipata nel terzo ciclo di carico della prova sperimentale.

Le massime differenze tra le caratteristiche meccaniche ottenute nelle prove di qualificazione e i valori di progetto o nelle normali condizioni d'uso devono essere contenute entro limiti riportati nella tabella 67.1.

Le variazioni devono essere valutate con riferimento al terzo ciclo di prova.

Tabella 67.1 - 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
$K_2$	±15%	±20%	±20%	±10%
$K_{sec}$	±15%	±20%	±40%	±10%
$\square_e$	±10%	±15%	±15%	±10%

Quando il rapporto d'incrudimento risulta  $K_2/K_1 \leq 0,05$ , il limite su  $K_2$  viene sostituito dal limite sulla variazione di  $K_2/K_1$  che deve differire meno di 0,01 dal valore di progetto.

#### Prove di accettazione sui materiali

Si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

*Prove di qualificazione sui dispositivi*

Si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

*Prove di accettazione sui dispositivi*

Si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

*I dispositivi a comportamento viscoso*

I dispositivi a comportamento viscoso trasmettono, in generale, soltanto azioni orizzontali, e hanno rigidità trascurabile rispetto alle azioni verticali.

Il dispositivo deve possedere due cerniere sferiche alle estremità, onde evitare effetti di trafileamento e deterioramento delle guarnizioni, e la capacità rotazionale deve essere valutata tenendo conto dei carichi che interesseranno la struttura nel corso della vita, degli effetti del sisma e dei disallineamenti di montaggio. In 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 sotto le condizioni di collasso. Devono essere, inoltre, in grado di sopportare le accelerazioni laterali risultanti dalle analisi sismiche strutturali allo SLC e, in assenza di tale valutazione, devono resistere ad una forza minima trasversale pari ad almeno due volte il peso proprio del dispositivo. Il progetto e la costruzione del dispositivo devono consentire la manutenzione nel corso della vita utile, ed evitare che fenomeni di instabilità interessino gli steli, nelle condizioni di massima estensione e in riferimento alla configurazione di messa in opera.

*Le prove di accettazione sui materiali*

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare le caratteristiche di viscosità del fluido. Esse devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, alla temperatura interna, all'invecchiamento. Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

*Le prove di qualificazione sui dispositivi*

Detto  $d_2$  lo spostamento massimo di progetto in un dispositivo, corrispondente allo SLC, le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati, sono le seguenti:

- prova preliminare, finalizzata alla verifica dei parametri caratterizzanti il comportamento del dispositivo, condotta imponendo al prototipo almeno quattro cicli completi di deformazioni alternate, con rampe a velocità costante e ampiezza massima riferita al prototipo reale non inferiore a  $\pm 0,5 d_2$ , per almeno cinque diversi valori della velocità di spostamento, pari al 25%, 50%, 75%, 100%, 125% del valore di progetto;
- prova dinamica, condotta imponendo al prototipo almeno dieci cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a  $\pm d_2$ ,

eventualmente effettuati in due serie di cinque o più cicli consecutivi, applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di progetto relativo allo stato limite di collasso e assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni, e per i soli dispositivi facenti parte di sistemi di isolamento sismico, a quella corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo di ampiezza massima  $\pm d/2$ .

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno due dispositivi. I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione previa verifica della loro perfetta integrità a seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuazione delle prove di accettazione e il controllo dei relativi parametri di verifica.

#### Le prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il  $\pm 10\%$ , 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 alternate, con ampiezza massima pari a  $\pm d/2$ , eventualmente effettuati in due serie di cinque o più cicli consecutivi, applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di progetto relativo allo stato limite di collasso e assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni, e per i soli dispositivi facenti parte di sistemi di isolamento sismico, a quella corrispondente ad una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo di ampiezza massima  $\pm d/2$ .

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di quattro e non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

#### Gli isolatori elastomerici

Gli isolatori devono avere pianta con due assi di simmetria ortogonali, così da presentare un comportamento il più possibile indipendente dalla direzione dell'azione orizzontale agente. Ai fini della determinazione degli effetti di azioni perpendicolari agli strati, le loro dimensioni utili devono essere riferite alle dimensioni delle piastre in acciaio, depurate di eventuali fori, mentre per gli effetti delle azioni parallele alla giacitura degli 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 appoggio, con un allungamento minimo a rottura del 18% e spessore minimo pari a 2 mm per le piastre interne e a 20 mm per le piastre esterne.

Si definiscono due fattori di forma:

S1 fattore di forma primario, rapporto tra la superficie  $A$  comune al singolo strato di elastomero e alla singola piastra d'acciaio, depurata degli eventuali fori (se non riempiti successivamente), e la superficie laterale libera  $L$  del singolo strato di elastomero, maggiorata della superficie laterale degli eventuali fori (se non riempiti successivamente), ossia  $S1 = A/L$ ;

S2 fattore di forma secondario, rapporto tra la dimensione in pianta  $D$  della singola piastra in acciaio, parallelamente all'azione orizzontale agente, e lo spessore totale  $t_e$  degli strati di elastomero, ossia  $S2 = D/t_e$ .

Gli isolatori in materiale elastomerico e acciaio sono individuati attraverso le loro curve

caratteristiche forza-spostamento, generalmente non lineari, tramite i due parametri sintetici, ovvero la rigidezza equivalente  $K_e$  e il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\square_c$ .

La rigidezza equivalente  $K_e$ , relativa ad un ciclo di carico, è definita come rapporto tra la forza  $F$  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  $A/te$ .

Il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\square_c$  si definisce come rapporto tra l'energia dissipata in un ciclo completo di carico  $Ed$  e  $2p Fd$ , ossia  $\square_c = Ed / (2p Fd)$ .

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 valori di progetto o nelle normali condizioni d'uso devono essere contenute entro limiti riportati nella tabella 67.2.

Le variazioni devono essere valutate con riferimento al terzo ciclo di prova. Le frequenze di prova per valutare le variazioni delle caratteristiche meccaniche sono 0,1 Hz e 0,5 Hz.

	Fornitura	Invecchiamento	Temperatura	Frequenza di prova
$K_e$	±20%	±20%	±20%	±20%
$K_V$	-30%	-	-	-
$\square_e$	±20%	±20%	±20%	±20%

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

Le variazioni dovute al carico verticale, valutate come differenza tra i valori corrispondenti al carico verticale massimo e a quello minimo, non dovranno superare il 15% del valore di progetto.

#### Le prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con le 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%.

#### Le prove di qualificazione sui dispositivi

Le prove di qualificazione sui dispositivi possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili (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 provati. Esse devono essere effettuate nell'ordine e con le modalità di seguito specificate, a non meno di due giorni di distanza dalla vulcanizzazione per dispositivi di dimensioni inferiori ai 700 mm, e a non meno di quattro giorni per dispositivi più grandi, così da avere una temperatura uniforme sull'intero

dispositivo:

- determinazione statica della rigidità a compressione tra il 30% e il 100% del carico verticale  $V$  di progetto, opportunamente scalato, in presenza di sisma, e somma dei carichi verticali dovuti a permanenti e accidentali moltiplicati per opportuni coefficienti e alle eventuali azioni concomitanti (forze orizzontali, spostamenti e rotazioni);
- determinazione statica, sotto compressione costante e pari a 6 MPa, o al valore della tensione di compressione di progetto (con una tolleranza del  $\pm 20\%$ ) – se questa è superiore a 8 MPa – del modulo statico di taglio  $G$ , convenzionalmente definito come il modulo secante tra le deformazioni di taglio corrispondenti agli spostamenti  $0,27 t_e$  e  $0,58 t_e$  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 tensione di compressione di progetto (con una tolleranza del  $\pm 20\%$ ) – se questa è superiore a 8 MPa – del modulo dinamico di taglio  $G_{din}$  e dello smorzamento  $\alpha$  mediante prove cicliche sinusoidali alla frequenza di 0,5 Hz e  $\alpha = 1$  e in corrispondenza del terzo ciclo, valutando  $G_{din} = F_{te}/(A_d)$  come modulo secante in corrispondenza di  $d/t_e = 1$ , con l'obbligo per  $G_{din}$  di ricadere nell'intervallo  $0,35 \div 1,50$  MPa;
- determinazione delle curve  $G-\alpha$  e  $\alpha-\alpha$  mediante le prove dinamiche cicliche precedentemente descritte e per i seguenti valori di  $\alpha$ : 0,05, 0,3, 0,5, 0,7, 1,0,  $\alpha_{max}$ , e, comunque, per deformazioni corrispondenti, nel dispositivo reale, a spostamenti non inferiori a  $+ 0,1 d_2$ ,  $\pm 0,2 d_2$ ,  $\pm 0,3 d_2$ ,  $\pm 0,5 d_2$ ,  $\pm 0,7 d_2$ ,  $\pm d_2$ , effettuando almeno cinque cicli per ciascuna ampiezza;  $\alpha_{max}$  sarà preso pari a 1,5 se in corrispondenza di  $d_2$  risulta  $\alpha < 1,5$ , e pari a 2 se  $1,5 < \alpha < 2$ ;
- valutazione della stabilità del dispositivo sotto compressione e taglio, effettuata accertandosi che il dispositivo rimanga stabile se assoggettato ad uno spostamento orizzontale pari ad  $1,8 t_e$  in presenza di un carico verticale pari sia ad  $1,5 V_{max}$  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 valore della tensione di compressione di progetto (con una tolleranza del  $\pm 20\%$ ) – 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, sotto compressione costante e pari a 6 MPa, o al valore della tensione di compressione di progetto (con una tolleranza del  $\pm 20\%$ ) – se questa è superiore a 8 MPa – a una deformazione  $\alpha > 2,5$  senza che si verifichino danni. Qualora in corrispondenza dello spostamento di progetto il dispositivo subisca una deformazione  $\alpha < 1,5$ , il dispositivo può essere caratterizzato per una deformazione  $\alpha = 2,0$ ;
- determinazione delle caratteristiche di creep mediante prove di compressione sotto compressione costante e pari al valore della tensione di compressione di progetto, con una tolleranza del  $\pm 20\%$ , della durata di almeno sette giorni. La deformazione verticale per creep deve essere inferiore al 20% della deformazione statica sotto il carico  $V$ . Il valore di riferimento della deformazione statica sarà assunto pari a quello misurato dopo dieci minuti dall'inizio dell'applicazione del carico.

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno quattro dispositivi, due per le prove senza invecchiamento e due per le prove dopo invecchiamento artificiale, ottenuto

mantenendo i dispositivi di prova per 21 giorni a 70°C.

L'invecchiamento dovrà, comunque, essere preceduto dalla determinazione statica della rigidità a compressione e del modulo statico di taglio  $G$ , secondo le modalità precedentemente definite, per valutare le caratteristiche dei dispositivi sottoposti a invecchiamento prima dell'invecchiamento stesso. I valori di  $G$  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 verifica della loro perfetta integrità a seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuazione delle 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 la stessa miscela, indipendentemente dai rapporti di forma. Per qualificare lo stesso dispositivo per diversi valori della tensione di compressione le prove possono essere ripetute in sequenza sugli stessi dispositivi da qualificare, verificando che tra una prova e la successiva non si siano verificati danni ai dispositivi.

#### Le prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti soddisfano i limiti sotto specificati e se il modulo statico di taglio  $G$  non differisce da quello delle prove di qualificazione di oltre il  $\pm 10\%$ , sono le seguenti:

- misura della geometria esterna che dovrà rispettare le tolleranze prescritte dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con l'unica deroga dei dispositivi di altezza superiore a 100 mm per i quali la tolleranza sulle altezze è di 6 mm;
- determinazione statica della rigidità verticale tra il 30% e il 100% del carico  $V$ ;
- determinazione del modulo statico di taglio  $G$  o in alternativa del modulo dinamico di taglio  $G_{din}$ , con le modalità specificate per le prove di qualificazione. Quest'ultima è da preferire, quando effettuabile, in 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 prove di qualificazione, ma adottando per la deformazione  $\square$  il valore corrispondente allo spostamento  $d_2$ .

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, e comunque su non meno di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

#### Gli isolatori a scorrimento

Le superfici di scorrimento in acciaio e PTFE devono essere conformi alla normativa vigente per gli apparecchi di appoggio.

Gli isolatori a scorrimento devono essere in grado di sopportare, sotto spostamento massimo impresso pari a  $1,2 d_2$ , almeno dieci cicli di carico e scarico. I cicli si riterranno favorevolmente sopportati se il coefficiente d'attrito  $f$ , nei cicli successivi al primo, non varierà di più del 25% rispetto alle caratteristiche riscontrate 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 indica le caratteristiche valutate al terzo ciclo. Detto  $d_{dc}$  lo spostamento massimo di progetto del centro di rigidità del sistema d'isolamento, corrispondente allo SLC, qualora l'incremento della forza nel sistema di isolamento per spostamenti tra  $0,5 d_{dc}$  e  $d_{dc}$  sia inferiore all'1,25% del peso totale della soprastruttura, gli isolatori a scorrimento devono essere in grado di garantire la loro funzione di appoggio fino a spostamenti pari ad  $1,25 d_2$ .

Si deve verificare che il coefficiente d'attrito sia, comunque, sempre inferiore al valore di progetto per variazioni nell'ambito della fornitura, della temperatura e della frequenza di prova.

#### Le prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sulle superfici di scorrimento sono quelle previste dalle norme per gli apparecchi di appoggio.

#### Le prove di qualificazione sui dispositivi

Le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati sono le seguenti:

- determinazione statica del coefficiente d'attrito, per almeno tre valori della compressione, costante durante la prova, pari al carico verticale  $V$  di esercizio, e a  $V_{max}$  e a  $V_{min}$ , opportunamente scalati;
- determinazione dinamica del coefficiente d'attrito, per almeno tre valori della compressione, costante durante la prova, pari al carico verticale  $V$  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 variata del  $\pm 30\%$ ;
- valutazione della capacità di sostenere, sotto compressione costante e pari al valore della tensione di compressione di progetto, con una tolleranza del  $\pm 20\%$ , almeno dieci cicli con spostamento massimo impresso almeno pari a  $d_2$ .

Qualora gli isolatori fossero dotati di elementi o meccanismi supplementari atti a migliorarne le prestazioni 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 sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione previa verifica della loro perfetta integrità a seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuazione delle prove di accettazione e il controllo dei relativi parametri di verifica.

Nel caso in cui le prove vengano effettuate su dispositivi in scala, i certificati di prova dovranno essere accompagnati da una relazione del produttore o del progettista che dimostri l'equivalenza dei risultati a quelli ottenibili su un dispositivo non in scala.

#### Le prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione, sono le seguenti:

- verifica delle tolleranze dimensionali delle superfici di scorrimento, come previste dalle norme per gli apparecchi di appoggio;
- determinazione statica del coefficiente d'attrito, per almeno tre valori della



compressione, costante durante la prova, pari al carico verticale  $V$  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 non meno 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 prestazioni sismiche, su almeno un dispositivo completo di tali parti supplementari verrà anche condotta una prova quasi statica, imponendo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a  $\pm d/2$ . Il dispositivo non potrà essere utilizzato nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionamento non sia ripristinabile con la sostituzione degli elementi base.

#### Dispositivi 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.

#### Le prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme per la determinazione della tensione e l'allungamento al limite elastico, la tensione e l'allungamento a rottura del materiale costituente gli elementi base del dispositivo, e le caratteristiche di viscosità del fluido, se presente. Esse sono finalizzate ad individuare i valori medi e quelli caratteristici delle quantità suddette, e ad accertare la costanza di comportamento del materiale considerato, e devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle 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 tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

#### Le prove di qualificazione sui dispositivi

Le prove di qualificazione vanno condotte su due dispositivi. Possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati. Le prove sono le seguenti:

- valutazione della capacità di sostenere almeno tre cicli monotonici con carico massimo impresso pari al 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 monotonicamente sino al raggiungimento della rottura del fusibile (forza di rilascio). La tolleranza, rispetto al valore di progetto, deve essere definita dal progettista e, in assenza di tale valutazione, è pari a  $\pm 15\%$ ;
- valutazione del comportamento a fatica, ove richiesto dal progettista in relazione al tipo di applicazione. La prova viene eseguita sottoponendo uno dei due campioni a 2 milioni di cicli di carico e, successivamente, ai due precedenti test, verificando che il

comportamento sia pressoché analogo a quello del dispositivo non 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 dei prototipi qualificati, deve essere mostrato tramite prove sui materiali e opportuni calcoli che il valore della forza di rilascio rientri nella tolleranza di progetto.

#### Le prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi saranno effettuate con le stesse modalità delle prove di qualificazione, ad esclusione della prova a fatica, e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il  $\pm 10\%$ . Inoltre, sarà effettuata una misura della geometria esterna, con tolleranza di  $\pm 10\%$  sugli spessori e  $\pm 5\%$  sulle lunghezze, per i componenti determinanti ai fini del comportamento.

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque su non meno di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Il dispositivo non potrà essere utilizzato nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionamento non sia ripristinabile con la sostituzione degli elementi base.

#### I dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio

La corsa disponibile deve essere funzione dello spostamento di progetto non sismico, derivante da azioni lente – quali effetti termici, ritiro, viscosità – e da qualsiasi altro spostamento relativo che può interessare le parti che il dispositivo connette, incluso lo spostamento dovuto alla comprimibilità del fluido in presenza di azione sismica. In ogni caso, la corsa non deve essere minore di  $\pm 50$  mm per i ponti e di  $\pm 25$  mm per gli edifici.

Il dispositivo deve possedere due cerniere sferiche alle estremità onde evitare effetti di trafileamento e deterioramento delle guarnizioni, e la capacità rotazionale deve essere valutata tenendo conto dei carichi che interesseranno la struttura nel corso della vita, degli effetti del sisma e dei disallineamenti di montaggio. In 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 carichi di servizio e rotture sotto le condizioni di collasso. Devono essere, inoltre, in grado di sopportare le accelerazioni laterali risultanti dalle analisi sismiche strutturali allo SLC e, in assenza di tale valutazione, devono resistere ad una forza minima pari ad almeno due volte il peso proprio del dispositivo. Il progetto e la costruzione del dispositivo devono consentire la manutenzione nel corso della vita utile, ed evitare che fenomeni di instabilità interessino gli steli, nelle condizioni di massima estensione e in riferimento alla configurazione di messa in opera.

Il fattore di sicurezza nei confronti delle sovrappressioni, rispetto alle condizioni di progetto sismico allo SLC deve essere pari ad 1,5, salvo che per i dispositivi dotati di sistema di protezione dal sovraccarico incorporato, per i quali il sistema deve attivarsi per una forza minore del 110% della forza di progetto, e il 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, ovvero per valori decisamente maggiori di 0,01 mm/s.

#### Le prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare le caratteristiche di viscosità del fluido. Esse devono permettere di estrapolare

il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle 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 tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

### Le prove di qualificazione sui dispositivi

Le prove andranno realizzate ogni volta che si realizza un dispositivo la cui capacità di forza si differenzia di  $\pm 20\%$ , 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 elencato, ad eccezione della verifica dell'usura delle guarnizioni, che deve essere eseguita prima della prova per la verifica del carico di progetto e per la verifica della capacità di sovraccarico. Al termine delle prove non dovranno essere visibili perdite, deterioramenti o degrado delle prestazioni.

Va accertata la capacità del dispositivo di sopportare, per 120 secondi, una pressione interna pari al 125% 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 ordine:

- valutazione della forza assiale resistente a bassa velocità, mediante almeno una prova ciclica alternata, condotta a velocità costante minore o uguale a 0,1 mm/s, con ampiezza pari allo spostamento di progetto per azioni non sismiche e, comunque, almeno pari a 10 mm. La forza misurata dovrà soddisfare le condizioni di progetto con tolleranza fissata dal progettista e, comunque, non maggiore del 10% della forza di progetto.

In alternativa, si può eseguire almeno un ciclo completo, imponendo una forza costante pari al 10% della 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

10.000 cicli con ampiezza pari al massimo spostamento di progetto previsto per azioni non sismiche. Per ridurre i tempi di esecuzione della prova è consentito abbattere la reazione che il dispositivo offre, anche a bassa velocità, riducendo la pressione interna o rimuovendo integralmente o parzialmente il fluido prima del test per poi reinserirlo al termine della storia di spostamenti;

- verifica del comportamento sotto azioni impulsive sottoponendo il dispositivo alla storia di carico nel seguito descritta:

- raggiungimento del carico di progetto per azioni sismiche in meno di 0,5 secondi e mantenimento costante dello stesso per un tempo stabilito dal progettista e, comunque, per almeno cinque secondi;

- inversione del carico in meno di un secondo e mantenimento costante dello stesso per un tempo di ..... e, 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 progetto e che, quando si procede all'inversione di segno della forza, lo spostamento totale non sia maggiore di due volte il valore di progetto;

- 2) la velocità misurata durante l'applicazione costante del carico non sia maggiore della velocità di attivazione.
- valutazione del comportamento rispetto ad un sovraccarico, accertando che il dispositivo attivi il dispositivo di protezione dalle sovrappressioni per una forza minore ad 1,5 volte quella di progetto, se dotato di sistema di protezione interno, o che non subisca né perdite di fluido né alcun danno al sistema, se ne è 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 stesso per un 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 tempo di e, comunque, per almeno cinque secondi.
  - verifica della capacità di non subire perdite di fluido interno o danni a seguito di azioni cicliche della durata pari alla parte stazionaria del terremoto atteso, sottoponendo il dispositivo ad una storia di forza sinusoidale imposta, con valore medio nullo e ampiezza pari alla forza sismica di progetto allo SLC. La frequenza e la durata, comunque non inferiore a 15 secondi, devono essere definite dal progettista.

#### Le prove di accettazione sui dispositivi

Per il controllo di accettazione andranno condotti i test già descritti per le prove di qualificazione, ovvero di:

- 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 non meno di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Il dispositivo potrà essere utilizzato nella costruzione, salvo verifica della sua perfetta integrità al termine delle prove.

### **Art. 45. Esecuzione di intonaci**

#### Generalità

L'esecuzione degli intonaci deve sempre essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici.

Le superfici da intonacare devono essere ripulite da eventuali grumi di malta, regolarizzate nei punti più salienti e poi accuratamente bagnate.

Nel caso di murature in blocchetti di calcestruzzo o pareti in getto di calcestruzzo, l'esecuzione degli intonaci deve essere preceduta da un rinzaffo di malta fluida di sabbia e cemento applicata a cazzuola e tirata 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 non siano protette dagli agenti atmosferici, ossia quando vi sia la possibilità che le acque di pioggia possano imbibire le superfici da intonacare e neppure quando la temperatura minima nelle 24 ore sia tale da pregiudicare la buona presa della malta. A questa limitazione si può derogare nel caso degli intonaci interni eseguiti in ambienti provvisoriamente chiusi e provvisti di adeguate sorgenti di calore.

Nel caso dell'esecuzione di intonaci su murature appoggiate contro strutture in

conglomerato di cemento armato che saranno lasciate a vista, in corrispondenza delle linee di giunzione si devono realizzare scuretti aventi larghezza di 1 cm e profondità di 50 cm – se a spigolo vivo – o a 45° se le strutture in calcestruzzo si presentano con spigoli smussati. Se espressamente indicato nei disegni di progetto esecutivo, in corrispondenza dell'intersezione tra i piani verticali e i piani orizzontali degli intonaci interni, devono essere realizzati degli scuretti sui piani verticali aventi altezza 1 cm e profondità 50 cm.

Nel caso di intonaci da applicare su strutture di calcestruzzo di cemento armato, si prescrive l'impiego di una rete metallica (o altro materiale idoneo) fissato al supporto allo scopo di eliminare le cavillature lungo le 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 esecutivo o voce dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti e i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori.

#### Intonaci su superfici vecchie

Per l'esecuzione degli intonaci su superfici vecchie, mai intonacate, si deve procedere al preliminare distacco di tutti gli elementi non perfettamente solidali con la muratura sottostante e alla lavatura delle superfici, in modo da garantire l'assoluta pulizia.

#### Intonaci da eseguire su altri esistenti

Per l'esecuzione di intonaci su altri già esistenti, si dovrà procedere al preliminare distacco di tutti i tratti di intonaco che non siano perfettamente solidali con la muratura sottostante, quindi si procederà ad una adeguata picconatura per creare una superficie su cui il nuovo intonaco possa aderire perfettamente e, successivamente, alla lavatura delle superfici in modo da garantire l'assoluta pulizia.

#### Intonaco grezzo o rinzaffo rustico

L'intonaco grezzo deve essere costituito da uno strato di rinzaffo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni che per esterni. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni, e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo.

L'applicazione può essere eseguita senza l'uso di guide, a mano con cazzuola o con macchina intonacatrice 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 per 1 m<sup>3</sup> di pozzolanavagliata;
- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da 0,35 m<sup>3</sup> di calce spenta, 100 kg di cemento tipo 325 e 0,9 m<sup>3</sup> di sabbia;
- con malta cementizia composta da 300 kg di cemento tipo 325 per 1 m<sup>3</sup> di sabbia;
- con malta preconfezionata di calce naturale, costituita esclusivamente da aggregati di sabbie a polveri carbonatiche selezionate in curva granulometrica 0-4, legante di calce aerea e calceidraulica bianca.

#### Intonaco grezzo fratazzato o traversato

L'intonaco grezzo fratazzato (o traversato) deve essere costituito da un primo strato di

rinzafo eda un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide (o sestì), su parètie soffitti, sia per interni che per esterni.

#### 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 (grassello) stagionata, aggregato con sabbia dolomitica, a granulometria calibrata, con l'aggiuntadi terre coloranti, in proporzioni variabili.

L'impasto deve essere applicato su supporto stagionato. Gli intonaci di fondo preferibili, per una maggiore 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 cocchiopesto.

L'impasto deve essere applicato su sottofondi preventivamente bagnati, con frattone di legno. Un primo strato dell'impasto deve essere dello spessore di circa 5 mm, e non appena quest'ultimo sarà in fase di presa, si dovrà applicare un secondo strato, per lo spessore di altri 5 mm, spianandolo col frattone, al fine di livellarlo, e rendere la superficie planare.

A crosta indurita, si eseguirà la lamatura, che consiste nel raschiamento dello strato superficiale dell'impasto, utilizzando una lama a denti piccoli, al fine di rompere l'impasto fresco, togliendone qualche millimetro, assicurandosi di lamare sempre in orizzontale al fine di ottenere l'uniformità della superficie. È necessario, non appena l'intonaco sarà indurito, spazzolare la parete con una pennellessa, al fine di eliminare i granelli rotti non più aderenti.

#### Intonaco civile per esterni tipo Terranova

L'intonaco con lana minerale, detto intonaco Terranova, consiste nell'applicazione di una miscela di legante, inerti quarziferi e coloranti minerali.

La finitura deve essere applicata esclusivamente su supporti minerali assorbenti quali intonaci a calce o a calce-cemento, di cantiere o premiscelati, e vecchi intonaci tipo Terranova, purché stabili e consistenti, con coefficiente di permeabilità al vapore  $\mu < 12$ , e conduttività termica  $\lambda = 0,4 \text{ W/mK}$ .

Il supporto deve essere regolare e assorbente, privo di grassi e di parti solubili in acqua, solido, omogeneo, perfettamente stagionato e non soggetto a movimenti. Eventuali rappezzi devono accordarsi con il tipo di materiale esistente. Tutte le superfici devono essere preventivamente bagnate a rifiuto. In caso di sottofondi molto assorbenti o di temperature elevate, occorre bagnare il supporto anche la sera precedente l'applicazione.

Il prodotto deve essere impastato mantenendo costante il rapporto acqua/materiale. Il supporto deve essere 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 fratazzo, sino a ottenere uno spessore di circa 8 mm. All'inizio della presa occorre lamare con lama o spazzola a chiodi e successivamente spazzolare con spazzola di crine asciutta. L'operazione di lamatura deve ridurre lo spessore a circa 5÷6 mm.

L'intonaco non deve essere eseguito in presenza di sole, vento o pioggia battente. In caso di pioggia deve 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 rischio di gelo nelle 24 ore successive l'applicazione

L'aspetto cromatico può variare in funzione dell'assorbimento del supporto e delle condizioni ambientali. Occorre evitare l'applicazione in facciata in tempi diversi, su supporti disomogenei e su supporti assorbenti non bagnati

Per superfici estese devono essere previste le opportune interruzioni in prossimità di giunti o pluviali, oppure bisogna creare opportuni tagli tecnici.

Le superfici di intonaco non devono essere bagnate nelle 48 ore successive all'applicazione.

#### Intonaco per esterno di tipo plastico

L'intonaco sarà costituito da un rinzaffo in malta di cemento tirato in piano a frattazzo dello spessore di 15 mm, e successiva applicazione di un intonaco plastico a base di inerti minerali e leganti polimerici plastici, colorato, dato a frattazzo metallico, previa preparazione dello strato di ancoraggio.

L'intonaco plastico può essere applicato su intonaco grezzo, civile, di malta bastarda, tonachino, e su elementi prefabbricati in conglomerato cementizio.

Prima dell'applicazione dovranno essere asportate tutte le zone inconsistenti di intonaco. Occorre eliminare 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 primo strato con un normale frattone in acciaio. Appena quest'ultimo sarà asciutta, con lo stesso sistema si applicherà un secondo strato di prodotto. L'effetto rustico può essere immediatamente ottenuto con un rullo di caucciù o con rullo di spugna forata.

La maggiore o minore intensità dei rilievi è esclusivamente determinata dalla quantità di prodotto che si impiega.

#### Intonaco risanante ad azione deumidificante

L'intonaco deumidificante è impiegato per il risanamento di murature umide e saline, di ognigenere e spessore.

L'esecuzione dell'intonaco risanante ad azione deumidificante deve assicurare uno spessore minimo finito di 25 mm, realizzato in almeno due strati con malte premiscelate ad alta resistenza a salini, composte da calci idrauliche naturali, pozzolana, marmi macinati in curva granulometrica 0-4 mm, terre colorate naturali e additivi areanti naturali.

L'intonaco deve essere applicato sulla muratura preventivamente liberata dalle parti di intonaco preesistenti per almeno 70 cm oltre la fascia d'umidità, previo lavaggio ripetuto mediante idropulitrice o getto d'acqua a pressione e spazzolatura, al fine di asportare polveri e incrostazioni saline, nel rispetto della seguente metodologia:

- applicare lo strato di rinzaffo a completa copertura del supporto per uno spessore minimo di 5 mm. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni, e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo. Attendere l'asciugatura 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 portando in piano il supporto con finitura frattazzata per uno spessore totale minimo finito di 200 mm. Al prodotto in fase di indurimento non deve essere aggiunta acqua per ripristinarne la lavorabilità.

Le finiture devono essere compatibili con il risanamento effettuato, preferibilmente traspiranti e a base di calce.

### Rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci

Il rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci deve essere impermeabilizzante, bicomponente, elastoplastico. Il primo componente è un premiscelato in polvere a base di leganti idraulici, inerti selezionati, e additivi che migliorano la lavorabilità e l'impermeabilità. Il secondo componente è un lattice a base di speciali polimeri sintetici in dispersione acquosa. La miscela dei due componenti deve produrre un impasto facilmente applicabile e avente un'ottima adesione su ogni tipo di supporto, e realizzare un'impermeabilizzazione elastica capace di assecondare e assorbire i movimenti strutturali del calcestruzzo senza lesionarsi, e risultando nel contempo impermeabile ai gas aggressivi dell'atmosfera, quali CO<sub>2</sub>-SO<sub>2</sub>.

Per l'applicazione, i supporti in calcestruzzo devono essere preparati per garantire un'ottima adesione del rivestimento impermeabile. È quindi necessario asportare tutte le parti incoerenti e prive di consistenza mediante scalpellatura, spazzolatura, idrolavaggio. Le tracce di olii, disarmanti, ruggine e sporco in genere devono essere rimosse, e le superfici devono essere prive di ristagni d'acqua. Le parti degradate e i vespai devono essere preventivamente ripristinati con malta idonea e compatibile, in modo da ottenere una superficie uniforme.

La preparazione dell'impasto del rivestimento deve evitare l'inglobamento d'aria, e deve essere omogeneo e 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 spatola inox, rasando uniformemente l'impasto sia in orizzontale che in verticale, fino ad uno spessore massimo di 2 mm per mano. In zone particolarmente sollecitate, deve essere applicata l'armatura del rivestimento con rete apposita e compatibile con il rivestimento.

Nella stagione calda, per evitare l'essiccazione rapida, è consigliato di bagnare il sottofondo di applicazione senza creare veli d'acqua.

### Impermeabilizzante antiumido trasparente silossanico per intonaci

L'impermeabilizzazione dell'intonaco deve essere ottenuta con l'applicazione di un impregnante a forte capacità di penetrazione ed elevato effetto idrorepellente, anche per il trattamento di supporti compatti e poco porosi. Il prodotto non deve creare pellicole e deve lasciare inalterata la traspirazione dei supporti. Inoltre, deve prevenire la formazione di efflorescenze, muffe e salnitro. Il prodotto non deve essere usato su ceramica o superfici non assorbenti.

Le superfici da trattare devono essere pulite, asciutte in profondità e prive di residui di trattamenti precedenti. Eventuali fessure o cavità devono essere otturate.

### Paraspigoli in lamiera zincata

I paraspigoli devono essere applicati prima della formazione degli intonaci, e devono essere costituiti da profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di 170 cm e dello spessore di 1 mm.

### Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione possono essere realizzati con profili in polivinil coloruro, in acciaio galvanizzato, in alluminio o in lamiera verniciata, con interposto elemento elastico, resistente



agli agenti atmosferici. Il profilo deve avere la superficie di appoggio in neoprene o con caratteristiche tali da compensare le eventuali irregolarità della superficie d'appoggio. Le modalità di applicazione devono essere quelle indicate dal produttore, come riportato nella scheda tecnica del prodotto.

### Protezione degli intonaci realizzati

Le superfici intonacate non ancora stagionate, specie se esterne, devono risultare protette dagli agenti atmosferici (pioggia battente, vento, sole, gelo, ecc.), nelle modalità indicate dal produttore, soprattutto per evitare la repentina essiccazione per effetto dell'azione vento e del sole.

## **Art. 46. Esecuzione delle pavimentazioni**

### 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 pavimentazione è svolta dal terreno).

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali di seguito descritti.

### Pavimentazione 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 permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con la funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con la funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante, con la funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi e ai vapori;
- strato di isolamento termico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità e eventualmente incorporare impianti (spesso questo strato ha anche funzione di strato di collegamento).

### Pavimentazione su terreno

La pavimentazione su terreno avrà come elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dallapavimentazione;
- 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 straticomplementari.

### Realizzazione degli strati portanti

La realizzazione degli strati portati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto. In caso 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 prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, sulle strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.

Per lo strato di scorrimento, finalizzato a consentire eventuali movimenti differenziati tra le diverse parti della pavimentazione, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta 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 prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici, in modo da evitare azioni meccaniche localizzate o incompatibilità chimico- fisiche. Sarà, infine, curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici o di altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto, con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore, in modo da evitare eccesso da rifiuto o insufficienza, che può provocare scarsa resistenza o adesione. Si verificherà, inoltre, che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

Per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti per pavimentazione. Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti e delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.), le caratteristiche di planarità o, comunque, delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le 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 schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue. In generale, lo 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 orizzontali, possono impiegarsi calcestruzzi additivati con inerti leggeri, come argilla espansa o polistirolo espanso. In alternativa, possono impiegarsi lastre in polistirene o poliuretano espansi, lastre in fibre minerali e granulari 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 riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e, comunque, la continuità dello strato con la corretta realizzazione di giunti/sovrapposizioni, la realizzazione attenta dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi 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 corretto posizionamento di questi elementi e i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc. con lo strato sottostante e con quello sovrastante.

Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

#### Materiali per pavimentazioni su terreno

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto. Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto, o a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito indicate.

Per lo strato costituito dal terreno, si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, limite plastico, indice di plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, e alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli le necessarie caratteristiche meccaniche, di deformabilità, 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 e 146, **UNI CNR 10006**.

Per lo strato impermeabilizzante o drenante, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. (indicate nella norma **UNI 8381** per le massicciate), alle norme CNR 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 conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo e limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili, si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc. In caso di dubbio o contestazione, si farà 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, solette di 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 ripartitore. È ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile, e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o, comunque, di scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si eseguiranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e, comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) e l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà, inoltre, l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale, e il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

### Rivestimento dei gradini

I gradini e i sottogradini delle scale dovranno essere rivestiti.

Le pedate dovranno essere collocate con malta cementizia, accuratamente battuta in tutta la superficie per fare defluire la malta. Le lastre devono essere leggermente inclinate in avanti per evitare il ristagno dell'acqua, soprattutto se si tratta di gradini di scale esterne.

Le pareti delle rampe delle scale saranno rivestite con battiscopa alti quanto le alzate e spessi almeno 2 cm.

I pianerottoli saranno pavimentati con lastre dello spessore di 2 cm.

### 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 impiegate per la 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 preferibilmente in calcestruzzo (massetto spesso almeno 3-4 cm), il quale dovrà essere ad una quota più bassa del livello di 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 stesse con getto d'acqua per eliminare eventuali residui terrosi e impurità di cava, e facilitare il processo di fissaggio 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 smaltimento delle 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<sup>3</sup>);
- stesa della malta sul sottofondo;
- posa delle piastrelle, che devono distare l'una dall'altra almeno 3-4 mm. La consistenza della malta deve essere abbastanza pastosa in modo che la stessa, sotto la pressione della piastrella battuta (con martelli, possibilmente gommati), possa rifluire dai

bordi della piastrella che ha aderito completamente al suo letto di posa.

Un'altra soluzione, soprattutto per le pavimentazioni con fuga superiore ai 5 mm, è quella di posare le piastrelle su una malta normale (magari dopo aver cosparso di polvere di cemento la faccia inferiore della piastrella stessa), eseguire una modesta pressione sulle stesse, far seccare il tutto e, successivamente, riempire le fughe con malta più liquida, avendo la precauzione di pulire le stesse dopo tale operazione con 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 eseguito nelle seguenti maniere:

- versando nelle fughe una boiaccia fluida e ricca di cemento, in modo che le giunture siano riempite oltre il limite, ma, ovviamente, senza che la boiaccia stessa vada a sporcare il pavimento. Dopo qualche tempo, e cioè quando la malta ha acquistato già una certa consistenza, si ripuliscono le stucature con la cazzuola e si segna leggermente la fuga con riga o ferro. Questa operazione deve essere eseguita con molta accuratezza, essendo questo l'ultimo e spesso il più importante tocco estetico della pavimentazione. Eventuali sbavature 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 cubetti e distribuendola con l'aiuto delle spazzole, in modo da ottenere il riempimento regolare di tutte le fughe. La pulizia deve essere effettuata con segatura prima bagnata e poi asciutta.

Il procedimento è particolarmente indicato per le fughe strette.

Nell'esecuzione di ampie superfici come, ad esempio, quelle delle piazze, devono essere previsti dei giunti di dilatazione, per evitare la parziale rottura delle piastrelle o l'allargamento delle fughe.

Le considerazioni su esposte sono applicabili anche alle pavimentazioni ad opera incerta.

## **Art. 47. Opere di rifinitura varie**

### Verniciature e tinteggiature

#### Attrezzatura

Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura deve essere sottoposta all'approvazione della direzione dei lavori.

I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernici che si 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 idoneo ad ogni singolo impiego.

Tutta l'attrezzatura, infine, deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionamento. Si raccomanda, perciò, la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.

#### *1.23 Campionature*

L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, sulquale saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più tonalità di 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 un locale 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 opera da eseguire.

### Preparazione delle superfici

Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiatura, sabbiatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

### Stato delle superfici murarie e metalliche

Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo.

Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, grassi, residui 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, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.

### Preparazione dei prodotti

La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

### Esecuzione

#### Tinteggiatura di pareti

La tinteggiatura deve essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc., in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione e nei modi indicati dal produttore.

#### Tinteggiatura con pittura alla calce

Le pareti da tinteggiare devono essere preventivamente trattate con una mano di latte di calce. La tinta a calce, prima dell'impiego, deve essere passata attraverso un setaccio molto fine, onde eliminare granulosità e corpi estranei. Per ottenere il fissaggio deve essere mescolata alla tinta, nelle proporzioni indicate dal fabbricante, colla a base di acetato di polivinile.

Successivamente deve essere applicata a pennello la prima mano di tinta, mentre la seconda mano deve 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 sfarinamento e spolverio.

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.

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 disaggina, per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione;
- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe ecavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimatura 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 pennello o a rullo.

Tinteggiatura con idropittura a base di cemento

Questo tipo di tinteggiatura deve essere eseguito direttamente sull'intonaco o su calcestruzzo, previa accurata 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 di questa.

Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche

Deve essere anzitutto applicata, sulle superfici da trattare, una mano di fondo isolante, impiegando il prodotto consigliato dal produttore.

Dopo la completa essiccazione della mano di preparazione, si deve procedere all'applicazione delle due mani di tinta, intervallate l'una dall'altra di almeno 12 ore. L'applicazione può essere eseguita sia a pennello che a rullo.

Lo spessore minimo dello strato secco per ciascuna mano deve essere di 20 microns per gli interni e di 35 microns per gli esterni.

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 seguenti fasi:

- eventuale raschiatura delle vecchie superfici mediante spazzola metallica, asportazione dell'eventuale muffa presente e residui persistenti di precedenti pitture;
- eventuale lavaggio delle superfici con soluzioni di ipoclorito di sodio o soda.

Qualora le superfici presentassero particolarmente invase da funghi e muffe, occorrerà trattare le stesse con una soluzione disinfettante data in due mani;

- eventuale applicazione di una mano di primer acrilico al solvente ad alta penetrazione sulle superfici 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 filmessiccato (due mani) dovrà essere di minimo 50 microns.

#### Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni.

La tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta per tutte le superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri naturali, deve essere effettuata mediante preparazione del supporto con spazzolatura e pulizia della superficie. Prima dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, è necessario inumidire la superficie con acqua. Infine, occorre applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.

#### 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 duestrati in tinta unita chiara su intonaco civile esterno richiede:

- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli e difetti di vibrazione;
- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimatura 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 di finitura dato a rullo.

#### Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno.

L'applicazione di idrorepellente protettivo – ad uno strato dato a pennello – del tipo vernicesiliconica in solvente o soluzione di strato di alluminio in solvente – data su intonaco civile esterno

- su rivestimento in laterizio e simili, e su calcestruzzo a vista, per renderli inattaccabili agli agenti atmosferici e stabilizzarne sia 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.

#### Verniciatura

##### Generalità

L'applicazione dei prodotti vernicianti non deve essere effettuata su superfici umide,. L'intervallo di tempo fra una mano e la successiva deve essere – salvo diverse prescrizioni – di 24 ore, la temperatura ambiente non deve superare i 40°C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C, con un massimo di 80% di umidità relativa.



In generale, ogni strato di pittura deve essere applicato dopo l'essiccazione dello stato precedente, e comunque secondo le esigenze richieste dagli specifici prodotti vernicianti impiegati. La verniciatura, soprattutto per le parti visibili, non deve presentare colature, 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 aderisca completamente alla superficie. La vernice deve essere tirata in maniera liscia e uniforme, senza colature, interruzioni, bordi sfuocati o altri difetti, e in modo da risultare compatta e asciutta prima che venga applicata la seconda mano. Bisognerà osservare il tempo minimo indicato dal produttore per l'applicazione fra una mano e l'altra.

L'applicazione a spruzzo deve essere effettuata prima in un senso e quindi nel senso opposto, fino a coprire tutta la superficie. La vernice che deve essere impiegata dovrà essere solo del tipo a spruzzo. Si dovranno 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 pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate. Deve, quindi, essere applicata almeno una mano di vernice protettiva, e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e del colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto e alle successive fasi di preparazione, si deve attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci, trascorso il quale si può procedere all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali), o di una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e delle caratteristiche fissate.

#### Verniciatura a smalto (tradizionale)

Prima di applicare lo smalto, si deve procedere alla stuccatura, per eliminare eventuali difetti che, pur essendo di limitatissima entità e rientranti nelle tolleranze, possono essere presenti sulle superfici dei 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 essiccazione di questa, la seconda mano.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento 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 lembi dello strato di vernice, in conseguenza di aderenza delle varie superfici fra loro, come, ad esempio, fra i battenti mobili e i telai fissi di serramenti.

#### 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 microns;

- applicazione ad air-less o a pennello di una prima mano di smalto epossidico per uno spessore di 35 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto epossidico, del colore stabilito dai disegni, a finitura lucida e per uno spessore minimo di 30 microns.

*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 rispettare 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, per uno spessore di 25 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori 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 opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns.

*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 non siano preverniciate o trattate con antiruggine, deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia e sostanze grasse, malte, 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 ore di distanza, sempre a pennello (in totale, le due mani dovranno dare una pellicola di minimo 50 microns);
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 microns.

Per le opere in ferro che sono fornite con la prima mano di antiruggine già applicata, il ciclo di verniciatura deve essere limitato all'applicazione della seconda mano di antiruggine e di stuccatura, e di due mani di smalto sintetico.

*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 seguenti fasi:

- 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 minimo di 30 microns;

- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto sintetico per uno spessore minimo di 30microns.

Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio (già trattate con una mano di zincante inorganico) verniciate con smalto poliuretano

La verniciatura di opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio deve rispettare le seguenti 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 poliuretano per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30 microns.

Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di Wash-primer) verniciati con smalto poliuretano

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-primer;
- ritocchi a pennello con Wash-primer passivante della zincatura, dove questa risulti deteriorata;
- applicazione a pennello di una prima mano di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30 microns.

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 minimo di 40 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 microns.

Sola applicazione dell'antiruggine

La prima mano di antiruggine, a base di minio oleofenolico o cromato di zinco, deve essere applicata dopo aver preparato adeguatamente le superfici da verniciare.

Sulle parti non più accessibili dopo la posa in opera, deve essere preventivamente applicata anche la seconda mano di antiruggine.

La seconda mano di antiruggine deve essere applicata dopo la completa essiccazione della

prima mano, previa pulitura delle superfici da polvere e altri imbrattamenti, ed esecuzione di ritocchi agli eventuali 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 accertamento dell'effettivo numero delle passate applicate.

Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferriBauer o Alfen o similari, comprese tubazioni)

La verniciatura di opere esterne in ferro e profilati, in genere annegati in getti di calcestruzzo deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia, sostanze grasse, 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 pennello;
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 microns.

Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio

Se richiesto, le strutture metalliche portanti in acciaio dovranno essere rivestite con vernice intumescente 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 deve essere effettuata in ambienti con umidità relativa non superiore all'80% e temperature comprese tra + 5°C e + 40°C;
- applicazione di vernice intumescente negli spessori necessari tali da garantire la classe di resistenza prescritta, in relazione al tipo di struttura da proteggere. Gli spessori da utilizzare dovranno essere quelli dichiarati dal produttore nelle schede tecniche. In linea di massima, si dovranno avere i seguenti spessori di 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 acrilica 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 posa, relativamente alla capacità di resistenza al fuoco della protezione realizzata.

Protezione

Le opere verniciate devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione. La pitturazione deve essere eseguita sempre in ambiente protetto dagli agenti atmosferici che possono pregiudicare l'essiccamento della vernice, e nelle condizioni di umidità e di temperatura dell'ambiente indicate dal produttore della vernice o della pittura.

Controllo

L'appaltatore deve fornire appropriata certificazione riguardante i materiali e le modalità di posa.

Smaltimento rifiuti

L'appaltatore ha l'obbligo di non scaricare in fognatura e di non disperdere nell'ambiente il prodotto e/o il contenitore.

In caso di spargimenti, occorre assorbire con sabbia. I rifiuti derivanti, classificabili come speciali, devono essere smaltiti in apposite discariche autorizzate rispettando le normative locali e nazionali in vigore, e ottenendo preventivamente l'autorizzazione degli enti preposti.

Rivestimenti per interni ed esterniDefinizioni

Si definisce *sistema di rivestimento* il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio.

I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzione 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.

Sistemi realizzati con prodotti rigidi

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili), si procederà alla posa su letto di malta svolgendo funzioni di strato di collegamento e di compensazione, curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura e umidità) e di maturazione. Si valuterà, inoltre, la composizione della malta, onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento, si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante e il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta, si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc., in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (o ancoraggio), costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimiche e termiche con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili, si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili), a loro volta ancorati direttamente alla parte muraria e/o su tralicci o simili. I sistemi di fissaggio devono, comunque, garantire un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e quello del rivestimento, per resistere alla corrosione e permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio e il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere un comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, alla pioggia, ecc. e assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua e così via. Durante la posa del rivestimento si devono verificare gli effetti estetici previsti, l'allineamento o, comunque, la corretta 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 quanto descritto per le lastre.

In base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, si cureranno l'esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti, onde evitare incompatibilità termiche, chimiche o elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumori indotti da vento, pioggia, ecc. Verranno, inoltre, verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

#### Sistemi realizzati con prodotti flessibili

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto esecutivo, con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile.

#### 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 a loro integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore e accettate dalla direzione dei lavori. Le informazioni saranno fornite secondo le norme **UNI 8758** o **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 ambientali (temperatura e umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, e le condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni precedentemente 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 esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

## **Art. 48. Giunti di dilatazione**

### Giunti di dilatazione per pavimenti

#### Generalità

Nelle pavimentazioni per interni, devono essere inseriti giunti di dilatazione anche tra pavimento e rivestimento e in corrispondenza dei giunti strutturali verticali, collocati secondo i disegni progettuali o le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori, per eliminare le tensioni provocate dalle dilatazioni termiche con conseguente distacco degli elementi posati. I giunti di dilatazione, prima della collocazione, devono essere accettati dalla direzione dei lavori.

I giunti di dilatazione, che possono essere in alluminio, ottone o materiale plastico, non devono richiedere manutenzione. Per pavimentazioni soggette a intenso traffico pedonale, carrelli, lettighe, ecc., il giunto deve essere dotato di alette di fissaggio laterali che possano essere affogate nel collante al di sotto del rivestimento ceramico o in pietra naturale oppure direttamente nel massetto, nel caso si impieghino altri materiali da rivestimento quali, per esempio, moquette o linoleum.

I giunti di dilatazione devono assicurare la protezione anche gli spigoli delle piastrelle e devono evitare la propagazione del suono nel rivestimento e ridurre la trasmissione di rumori generati dal calpestio e dalle vibrazioni.

Nelle pavimentazioni tradizionali degli ambienti residenziali, possono essere impiegati giunti di dilatazione perimetrali realizzati con materiali comprimibili, come polistirene o poliuretano espanso, sigillati superiormente e ricoperti dai battiscopa.

#### Pavimenti

Il giunto di dilatazione per pavimenti (piastrelle, marmi, clinker, ecc.) deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di ..... mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da - 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al massetto di sottofondo con viti e tasselli ad espansione ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Il sottofondo su entrambi i lati del giunto 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 saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

#### Pavimenti finiti

Il giunto di dilatazione per pavimenti finiti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da - 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose. La guarnizione elastica può essere anche in PVC speciale. Le alette del profilo devono essere installate sul pavimento finito con viti a testa svasata e tasselli ad espansione.





## CAPITOLO 6 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

### Art. 49. Sistemi di collegamento degli impianti alle strutture

Gli elementi funzionali degli impianti potranno essere collegati alle strutture principali con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili. I collegamenti di servizio dell'impianto dovranno essere flessibili e non dovranno fare parte del meccanismo di vincolo.

Gli impianti non dovranno essere collocati alle pareti dell'edificio facendo affidamento sul solo attrito.

I corpi illuminanti dovranno essere dotati di dispositivi di sostegno tali impedirne il distacco in caso di terremoto. In particolare, se montati su controsoffitti sospesi, dovranno essere efficacemente ancorati ai sostegni longitudinali o trasversali del controsoffitto e non direttamente ad esso.

### Art. 50. Impianti idrico-sanitari

#### Caratteristiche dei materiali

I materiali e gli oggetti, così come i loro prodotti di assemblaggio (gomiti, valvole di intercettazione, guarnizioni ecc.), devono essere compatibili con le caratteristiche delle acque destinate al consumo umano, quali definite nell'allegato I del D.Lgs. n. 31/2001. Inoltre, essi non devono, nel tempo, in condizioni normali o prevedibili d'impiego e di messa in opera, alterare l'acqua con essi posta a contatto conferendole un carattere nocivo per la salute e/o modificandone sfavorevolmente le caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e microbiologiche.

I materiali e gli oggetti non devono, nel tempo, modificare le caratteristiche delle acque poste con essi a contatto, in maniera tale da rispettare i limiti vigenti negli effluenti dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

#### Contatori per acqua

##### Contatori per acqua fredda

I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori a 35°C 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 incrostazioni, 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, circuiti di raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).

I contatori devono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro resistenza meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35 °C. Detti materiali devono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché capaci di resistere ad ogni possibile attacco chimico dell'acqua.

Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e

riparazione. I quadranti dovranno essere in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo, anche se immersi nell'acqua. I rulli, nei contatori a lettura diretta, dovranno essere in materiale rigorosamente inossidabile. I vetri, inoltre, dovranno essere ben trasparenti, senza difetti, e idonei a sopportare un'eventuale sovrappressione per colpo d'ariete.

### Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100°C.

### Criteri di esecuzione

#### Posa in opera delle tubazioni

In generale, le tubazioni devono essere collocate in modo tale da consentire la corretta esecuzione anche del 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 per angoli superiori a 45°, né sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni, se interrate devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60°C e durezza inferiore a 10°F e non devono essere precedute da serbatoi o da tratti di tubazione in rame.

#### 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 valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo. Per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali, e mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni, e, comunque, a distanza tale da evitare avvallamenti.

#### Isolamento termico

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica, per due distinti scopi:

- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria nelle tubazioni e nelle apparecchiature attraversate da acqua fredda;
- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni e nelle apparecchiature attraversate da acqua calda.

Materiali isolanti

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo, saranno costituiti da:

- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartonecatramato;
- sughero, in lastre o coppelle, aventi spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 120 kg/m<sup>3</sup>.

Protezione contro la corrosioneGeneralità

L'espressione *protezione contro la corrosione* indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare che 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 disimmersione del sistema metallo-elettrolita, per 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, mediante idonei rivestimenti superficiali di natura organica e inorganica, e/o interrompere la continuità di ciascuna tubazione interponendo speciali giunti dielettrici.

La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche, in modo da evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

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'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, devono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non devono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto dell'applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.

Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

Mezzi impiegabili per la protezione attiva

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna impressa o vagante, deve essere effettuata mediante protezione catodica, sovrapponendo alla corrente di corrosione una 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

elementi delle tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

### Protezione passiva e attiva

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risultassero sufficientemente difese, dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva, adottando uno dei sistemi già illustrati.

### Rete di ventilazione

#### 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 pressioni e depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazione sono le tubazioni che collegano i sifoni degli 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 essere realizzata nei seguenti modi:

- *ventilazione primaria*: è ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edificio, preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio, per un'altezza di almeno un metro. Il punto terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo antipioggia. È consigliabile installare il tipo girevole, in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto al direzione del vento;
- *ventilazione a gancio*: è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipico dei servizi igienici di edifici pubblici, applicando la ventilazione all'estremità dei collettori di scarico in prossimità della parte terminale fino al di sopra degli apparecchi serviti. Nel caso in cui gli apparecchi sanitari siano più di tre, dovrà 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 della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone, senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

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'acqua di qualsiasi natura, né essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori 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
Orinatoï sospesi	40
Orinatoï 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		

**Materiali ammessi**

Nella realizzazione della rete di ventilazione, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, o a freddo con 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, dovranno essere autorizzati dalla direzione dei lavori, aggiornando successivamente il piano di manutenzione dell'opera.

**Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione**

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del 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 sanitari, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante, e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico e alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

**Rete di scarico delle acque reflue****Generalità. Classificazioni**

Con il nome generico di *scarichi* si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque 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 putrescibili o incrostazioni;

- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas e acidi corrosivi. Le tubazioni di scarico vengono distinte in:
  - diramazioni di scarico, costituite dai tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari allacolonna;
  - colonne di scarico, costituite da tronchi di tubazione verticale;
  - collettori di scarico, costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni posti alla base delle colonne con la 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 naturale delle 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.

### Materiali

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali.

Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose.

Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici.

Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme 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 dicatrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine.

I tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio.

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 (PEAD) 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 adduzione dell'acqua.

In generale, i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle 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 fuoriuscita

degli odori;

- resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare 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 trasportate dalle 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'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a 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 corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

### Criteria di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto, si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e, qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

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 previsti;
- interventi distruttivi di altri elementi della costruzione;
- permettere l'estensione del sistema, quando previsto, e il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o simili, o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile, devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali e orizzontali) e sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali e i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della 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 variazioni di velocità o altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e, comunque, a non meno di dieci volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoruscita diretta all'esterno, possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del 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 almeno ogni dieci connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili, e a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra, oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con 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 diametro 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 consentire di operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm, bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e, comunque, ogni 40-50 m.

I supporti di tubi e apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione. In particolare, quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm; ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm; ogni metro per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere 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 costituente e alla presenza di punti fissi, quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati, con possibilità di un secondo attacco.

### Diramazioni di scarico



Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PEad) o acciaio. Le diramazioni devono convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari, senza eccessive pressioni o formazione di pertubazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni di materiali plastici, il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un 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 scarico

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

### Colonne di scarico

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PEad), acciaio, acciaio smaltato o gres.

Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scarico delle diramazioni servite e dall'altezza della colonna. Tale diametro deve essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna..

Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o in acciaio zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due ancoraggi (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

### Collettori di scarico

I collettori di scarico devono essere collocati in modo da avere la massima pendenza possibile e la minima lunghezza. Gli eventuali cambiamenti di direzione devono avvenire mediante curve ampie con angolo non superiore ai 45°. In prossimità del cambiamento di direzione da verticale ad orizzontale, devono usarsi due 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 prossimità di ogni bicchiere e, in generale, ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico (per le tubazioni in gres tale distanza deve essere ridotta ad 1 metro). I collari di sostegno a soffitto possono essere del tipo a nastro regolabile o a collare pesante in metallo o in PVC.

I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno, di un 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 evitare la separazione dei materiali solidi da allontanare. L'eventuale velocità massima di deflusso deve essere compatibile con il materiale componente il collettore, in modo da non provocare forme di abrasione della superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso deve essere compresa tra 0,7 e 2,5 m/s.

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 scarico in 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
32Vaso 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

**Dispositivo a chiusura idraulica**

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

**Pozzetti di ispezioni**

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o a ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico 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****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, PVC, polietilene ad alta densità (PEad), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

**Materiali e criteri di esecuzione**

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali, si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o

a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) in generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine e ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo), combinati con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto al punto a), se di metallo devono resistere alla corrosione; se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture; se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti a quanto specificato al punto a);
- c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;
- d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità.
- e) Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti.
- f) I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm, e i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto, di materiale compatibile con quello del tubo.

I bocchettoni e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate, deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale 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 essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.), per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

### Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno, per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalle converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti; eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla Direzione dei lavori.

Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse 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/dm <sup>3</sup> ]	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	MOGE 20996
3	24,00	1800	6000
			10.000

Tabella 79.12 - Dati dimensionali delle lamiera 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 lamiera 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

### Pluviali

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere. Inoltre, per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette; a tal fine, tra cravatta e tubo deve essere 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 gomma.

L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.

I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.

I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, che deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso, il vano può essere 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 <sup>2</sup> ]	Diametro minimo del canale di gronda <sup>1</sup> [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

<sup>1</sup> Il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.

### Collettori di scarico

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla tabella 79.16, in funzione della 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 [m <sup>2</sup> ]			
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

### Pozzetto a chiusura idraulica

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei lavori.

I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.

### Pompe

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico. In particolare, si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basamento di 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 di idoneo materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;
- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, o altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;
- garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quanto concerne l'impianto elettrico.

## **Art. 51. Impianti di adduzione del gas**

### Generalità

Il dimensionamento delle tubazioni e degli eventuali riduttori di pressione deve essere tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione. L'impianto interno e i materiali impiegati devono essere conformi alla legislazione tecnica vigente.

Possono essere utilizzati esclusivamente tubi idonei. Sono considerati tali quelli rispondenti alle caratteristiche di seguito indicate e realizzati in acciaio, in rame o in polietilene.

### Tubazioni

#### Tubi di acciaio

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali come quelle indicate a progetto.

#### Tubi di rame

I tubi di rame, da utilizzare esclusivamente per le condotte del gas della VII specie (pressione di esercizio non superiore a 0,04 bar) devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali come quelle indicate a progetto..

Nel caso di interramento lo spessore non può essere minore di 2 mm.

#### 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 minimo di 3 mm e rispondere alle caratteristiche indicate a progetto.:

### 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 diametralmente opposte del tubo e ripetersi con intervalli non maggiori di 100 cm. Per i tubi neri la marcatura deve essere di colore giallo. L'altezza dei caratteri deve essere in funzione del diametro del tubo, e non minore di 3,5 mm.

### Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole

#### Tubazioni in acciaio

Le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettatura, o a mezzo saldatura di testa per fusione.

Per la tenuta delle giunzioni filettate, possono essere impiegati specifici composti di tenuta non indurenti, eventualmente accompagnati da fibra di supporto specificata dal produttore (canapa, lino, fibra sintetica, ecc.) o nastri di fibra sintetica non tessuta impregnati di composto di tenuta. Possono essere impiegati anche nastri di PTFE non sinterizzato.

È vietato l'impiego di fibre di canapa su filettature di tubazioni convoglianti GPL o miscele

di GPL 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 di acciaio devono avere estremità filettate o saldate.

I raccordi di ghisa malleabile devono avere estremità unicamente filettate.

I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale.

Essi devono risultare di facile manovra e manutenzione. Le posizioni di aperto/chiuso devono essere chiaramente rilevabili.

### 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 dolce forte, per mezzo di raccordi, ed esclusivamente mediante brasatura forte per mezzo di raccordi.

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 rubinetti, di raccordi portagomma e altri accessori, devono essere realizzate con raccordi misti (a giunzione capillare, o meccanici sul lato tubo di rame e filettati sull'altro lato).

I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale.

### Tubazioni in polietilene

I raccordi e i pezzi speciali dei tubi di polietilene devono essere anch'essi in polietilene, e conformi alla 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, secondo la norma **UNI EN 1555-3**. Le giunzioni possono essere realizzate mediante saldatura per elettrofusione, secondo la norma **UNI 10521** o, in alternativa, mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di elementi riscaldanti, secondo la norma **UNI 10520**;

- le giunzioni miste, tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante un raccordo speciale polietilene-metallo, avente estremità idonee per saldatura sul lato polietilene e per giunzione filettata 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 il corpo di ottone, di bronzo o di acciaio. In particolare, la sezione libera di passaggio non deve essere minore del 75% di quella del tubo.

Nei cambiamenti di direzione delle tubazioni in polietilene, il raggio di curvatura non deve essere minore di venti volte il diametro del tubo stesso.

I rubinetti per le tubazioni in polietilene devono essere conformi alla norma **UNI EN 331**.

### Posa in opera

Il percorso tra il punto di consegna e gli apparecchi utilizzatori deve essere il più breve



possibile, ed è 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 al controllo dei vigili del fuoco;
  - in guaina d'acciaio in caso di attraversamento di locali non ricompresi nei punti precedenti, diandroni 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.

### Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati

#### Posa in opera interrata

Tutti i tratti interrati di tubazioni di acciaio devono essere provvisti di un adeguato rivestimento protettivo contro la corrosione e isolati, mediante giunti isolanti monoblocco, da collocarsi fuori terra, in prossimità della risalita della tubazione.

Analogamente i tratti interrati di tubazioni di rame devono avere rivestimento protettivo rispondente alle prescrizioni della norma **UNI 10823**.

I tratti di tubazione privi del rivestimento protettivo contro la corrosione, posti in corrispondenza di giunzioni, curve, pezzi speciali, ecc., devono essere, prima della posa, accuratamente fasciati con bende o nastri dichiarati idonei allo scopo dal produttore.

Le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ricoperte, per altri 100 mm, con sabbia dello stesso tipo.

È, inoltre, necessario prevedere, ad almeno 300 mm sopra le tubazioni, la posa di nastro di avvertimento di colore giallo segnale. Subito dopo l'uscita fuori terra, la tubazione deve essere segnalata con il colore giallo segnale per almeno 70 mm.

#### Posa in opera in vista

Le tubazioni installate in vista devono essere adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni e oscillazioni. Esse devono essere collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti e, ove necessario, adeguatamente protette.

Le tubazioni di gas di densità non superiore a  $0,8 \text{ kg/m}^3$  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 tubazioni di gas 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.

#### 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 malta di cemento;
- nel caso siano chiuse, dotate di almeno due aperture di ventilazione verso l'esterno di almeno  $100 \text{ cm}^2$  cadauna, poste nella parte alta e nella parte bassa della

canaletta. L'apertura alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità superiore a  $0,8 \text{ kg/m}^3$ , deve essere ubicata a quota superiore del piano di campagna;

- ad esclusivo servizio dell'impianto.

### Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati

#### 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 richiesta per le pareti del locale o del compartimento attraversato, e in ogni caso non inferiore a REI 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. L'apertura di aerazione alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità maggiore di 0,8, deve essere ubicata a quota superiore al piano di campagna, ad una distanza misurata orizzontalmente di almeno 10 m da altre aperture alla stessa quota o a una quota inferiore.

#### 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 tubazione del gas;
- dotate di almeno uno sfiato verso l'esterno. Nel caso una estremità della guaina sia attestata verso l'interno, 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 dimuri o solai esterni.

Nell'attraversamento di elementi portanti orizzontali, il tubo deve essere protetto da una guaina sporgente almeno 20 mm dal pavimento e l'intercapedine fra il tubo e il tubo guaina deve essere sigillata con materiali 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 tubazioni sotto pavimento a condizione che siano protette da una guaina corredata di sfiati alle estremità verso l'esterno.

Nel caso di intercapedini superiormente ventilate e attestate su spazio scoperto, non è richiesta la posa in opera in guaina, purché le tubazioni siano in acciaio con giunzioni saldate.

#### Particolarità costruttive e divieti

L'appaltatore nella realizzazione degli impianti di distribuzione del gas, deve rispettare le seguenti prescrizioni:

- le tubazioni devono essere protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti ad urti;

- è vietato l'uso delle tubazioni del gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di protezione di impianti e apparecchiature elettriche, telefono compreso;
- è vietata la collocazione delle tubazioni nelle canne fumarie, nei vani e cunicoli destinati a contenere servizi elettrici, telefonici, ascensori o per lo scarico delle immondizie;
- eventuali riduttori di pressione o prese libere dell'impianto interno devono essere collocati all'esterno degli edifici o, nel caso delle prese libere, anche all'interno dei locali, se destinati esclusivamente all'installazione 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 adduzione del gas, in posizione visibile e facilmente raggiungibile, una valvola di intercettazione manuale con manovra a chiusura rapida per rotazione di 90° e arresti di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto chiuso;
- per il collegamento dell'impianto interno finale e iniziale (se alimentato tramite contatore), devono essere utilizzati tubi metallici flessibili continui;
- nell'attraversamento di muri, la tubazione non deve presentare giunzioni o saldature e deve essere protetta da guaina murata con malta di cemento. Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra guaina e tubazione gas deve essere sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte interna del locale, assicurando comunque il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno uno sfiato verso l'esterno;
- è vietato l'attraversamento di giunti sismici;
- le condotte, comunque installate, devono distare almeno 2 cm dal rivestimento della parete o dal filo esterno del solaio;
- fra le condotte e i cavi o tubi di altri servizi deve essere adottata una distanza minima di 10 cm. Nel caso di incrocio, quando tale distanza minima non possa essere rispettata, deve comunque essere evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettrica e di resistenza meccanica. Qualora nell'incrocio il tubo del gas sia sottostante a quello dell'acqua, esso deve essere protetto con opportuna guaina impermeabile in materiale incombustibile o non propagante la fiamma;
- è vietato collocare tubi del gas a contatto con tubazioni di adduzione dell'acqua. In prossimità degli incroci 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).

#### 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.

#### Prova di tenuta idraulica

La prova di tenuta idraulica deve essere eseguita dal direttore dei lavori prima di mettere in servizio l'impianto interno di distribuzione del gas e di collegarlo al punto di consegna, e, quindi, al contatore e agli apparecchi dell'impianto non in vista. La prova di tenuta idraulica

deve essere eseguita prima della copertura della tubazione utilizzatori.

La prova dei tronchi in guaina contenenti giunzioni saldate deve essere eseguita prima del collegamento alle condotte di impianto.

In caso di perdite, le parti difettose dell'impianto di distribuzione del gas devono essere sostituite e le 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.

### Sistemi di sicurezza

#### 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 concentrazione di gas in aria, da un dispositivo atto a generare il segnale d'allarme, e da elementi per il comando a distanza di altri dispositivi. Il rivelatore di gas può contenere l'alimentatore. Quando il rivelatore di gas non è direttamente alimentato dalla rete di pubblica distribuzione dell'energia elettrica tramite alimentatore incorporato, il costruttore deve specificare l'alimentatore esterno da impiegare, e indicarne tutte le caratteristiche atte ad 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 (RG), dal relativo alimentatore e da tutti i dispositivi supplementari come, ad esempio, allarmi ottici o acustici lontani, ed elementi attuatori per elettrovalvole (**UNI CEI 70028**).

---

#### ORGANO DI INTERCETTAZIONE

Dispositivo atto ad interrompere l'afflusso del gas in una conduttura, in seguito a segnale dicomando 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, al di sotto della quale, anche in presenza di un innesco, non si ha propagazione di fiamma (**UNI CEI 70028**).

---

#### SEGNALE DI ALLARME

Segnale ottico, acustico ed elettrico, emesso dal rivelatore per indicare una concentrazione di gas in aria 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 dei rivelatori di gas (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 gas e il contenuto del tubo;
- sensore catalitico, che basa il suo funzionamento sulla variazione di temperatura prodotta dalla combustione catalitica di un rivelatore a filo di platino;
- sensore a semiconduttore, ovvero un semiconduttore sintetizzato, di tipo N, composto per la maggior parte da ossidi, che viene mantenuto ad una temperatura di circa 450°C da un elemento riscaldante. Se del gas viene assorbito, si produce uno scambio elettronico e una conseguente variazione nella resistenza dinamica del semiconduttore.

In assenza di specifiche indicazioni circa le caratteristiche dei rivelatori di gas del progetto esecutivo 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.

### Criteri tecnici di riferimento per l'installazione

Per i criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale o GPL, per uso domestico o simile, si fa riferimento alla norma **UNI CEI 70028**.

### Criteri generali

Qualora installato, il rivelatore di gas (RG) dovrà essere posizionato nei locali in cui sono previsti uno o più 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 corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori del gas combustibile. Quando un rivelatore di gas viene installato in luoghi o ambienti in cui esista un locale presidiato, esso deve essere dotato di ripetizione dei segnali ottici e acustici in tale locale. Il rivelatore di gas deve essere opportunamente collocato lontano da sorgenti di calore. Il collegamento fra i vari elementi di un sistema di rilevamento gas deve essere realizzato secondo le 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 protetto da uno o più rivelatori di gas collegati all'organo di intercettazione di cui al successivo punto. L'organo di intercettazione collegato al sistema di rilevamento gas (SRG) deve essere a riarmo manuale e installato possibilmente a valle del punto di ingresso della condotta del gas dell'ambiente controllato, oppure all'esterno, e di conseguenza adeguatamente protetto dagli agenti atmosferici.

### 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 dal soffitto, 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

condotti di ventilazione, poiché il flusso d'aria nei loro pressi può essere intenso e diminuire localmente la concentrazione dei gas.

Il rivelatore di gas non va installato al di sopra o presso le apparecchiature a gas, poiché piccoli rilasci di gas potrebbero venire all'atto dell'accensione, causando falsi allarmi.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

#### Criteria 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 300 mm e ad una distanza di non più di 4 m dalla apparecchiatura più usata. Il sito va protetto dagli urti e dai getti 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 apparecchiature previste dalle norme specifiche.

#### 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. 6 di tale 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'allegato II, punto 3;
- la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità del prodotto, prevista dall'allegato II, punto 4;
- la verifica CE prevista dall'allegato II, punto 5.

Ogni dispositivo deve essere accompagnato da una dichiarazione del fabbricante che attesti la conformità del dispositivo alle disposizioni del regolamento ad esso applicabili, nonché le caratteristiche e le condizioni di montaggio o d'inserimento in un apparecchio, in modo che risulti garantito il rispetto dei requisiti essenziali richiesti per gli apparecchi completi.

## **Art. 52. Impianti elettrici**

### Qualità dei materiali e marcatura dei materiali

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle prescrizioni progettuali e devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

I componenti elettrici previsti da specifiche direttive europee devono riportare il marchio CE.

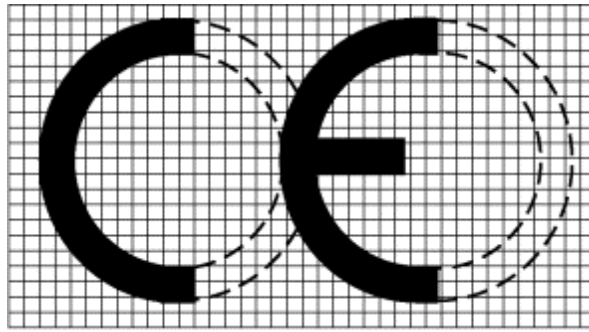


Figura 83.1 - Marchio CE

I componenti elettrici previsti dalla legge n. 791/1977, e per i quali esista una specifica norma, possono essere muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità (rilasciato da un laboratorio riconosciuto o da organismi competenti), oppure di dichiarazione di conformità alla norma rilasciata dal costruttore.



Figura 83.2 - Marchio IMQ

I componenti elettrici non previsti dalla legge n. 791/1977 o senza norme di riferimento dovranno essere comunque conformi alla legge n. 186/1968.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

#### Oneri specifici per l'appaltatore

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire dépliant e, ove possibile, campioni di ogni 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 locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.

L'appaltatore dovrà curare gli impianti elettrici fino alla conclusione del collaudo tecnico-amministrativo o all'emissione del certificato di regolare esecuzione, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori.

Le eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali esecutive dovranno essere segnalate tempestivamente al direttore dei lavori.

L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

#### Modalità di esecuzione degli impianti elettrici

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali e la corretta tecnica da 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 conformità dell'impianto, come previsto dal D.M. n. 37/2008.

### Cavi e conduttori

#### 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 ne 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 generale B.T. 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.

#### Tipologie

I cavi delle linee di energia possono essere dei seguenti tipi:

- tipo A: cavi con guaina per tensioni nominali con  $U_0/U = 300/500, 450/750$  e  $0,6/1$  Kv;
- tipo B: cavi senza guaina per tensione nominale  $U_0/U = 450/750V$ ;
- 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.

#### Distinzione dei cavi attraverso i colori

I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma **CEIUNEL 00722 (HD 308)**.

Per tutti i cavi unipolari senza guaina cordine sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve 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 (polonegativo).

Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00721**.

Nell'uso dei colori devono essere rispettate 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'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;
- sono vietati i singoli colori verde e giallo.

### Comportamento al fuoco

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi non propaganti la fiamma, conformi alla norma **CEI 20-35 (EN 60332)**, che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;
- cavi non propaganti l'incendio, conformi alla norma **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 quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 kg/m oppure 5 kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m);
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi LSOH, rispondenti 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 LSOH 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 tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.

L'appaltatore deve utilizzare esclusivamente cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative non obbligatoriamente previste dalla norme.

### Posa in opera delle condutture

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta 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, in vista o 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 esempio, graffette o collari);
- condotto, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute

dalla costruzione delle 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 chiusura mobile;
- su passerelle, ovvero costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio;
- galleria, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

#### 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 a SELV devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1.3.2 e 528.1.1 della norma **CEI 64-8**.

I cavi dei circuiti FELV possono essere installati unitamente ai cavi di energia.

I cavi di circuiti separati, derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipendenti da altri circuiti.

#### Norme di riferimento generali e per tipologie dei cavi

I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori 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  $U_0/U$  non superiori a 0,6/1 kV;*

**CEI UNEL 00721** – *Colori di guaina dei cavi elettrici;*

**CEI UNEL 00725-(EN 50334)** – *Marcatura mediante iscrizione 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  $U_0/U = 300/500$ ,  $450/750$  e  $0,6/1\text{kV}$

**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  $U_0/U: 0,6 / 1\text{ kV}$ ;

**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 unipolarie multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale  $U_0/U: 0,6/ 1\text{ kV}$ ;

**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  $U_0/U: 0,6 / 1\text{ kV}$ ;

**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  $U_0/U: 0,6/1\text{ kV} - \text{LSOH}$ ;

**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  $U_0/U: 0,6/1\text{ kV} - \text{LSOH}$

**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  $U_0/U: 0,6/1\text{ kV} - \text{LSOH}$ ;

**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  $U_0/U: 0,6 / 1\text{ kV}$ ;

**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  $U_0/U: 0,6 / 1\text{ kV}$ ;

**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  $U_0/U: 0,6 / 1\text{ kV}$ ;

**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  $U_0/U$ : 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 ea 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 ea 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, sottoguaina 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  $U_0/U$  non superiore a 450/750 V – FM9OZ1 – 450/750 V – LSOH;

d) cavi tipo B = cavi senza guaina per tensione nominale  $U_0/U = 450/750V$

**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 unipolarisenza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V;

**CEI-UNEL 35753** – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio. Cavi unipolarisenza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V;

**CEI-UNEL 35368** – Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio ea bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale  $U_0/U$ : 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  $U_0/U$  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  $U_0/U$  di 0,6/1 kV. LSOH;

f) cavi tipo D (II categoria) = 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

**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 ( $U_m = 1,2$  kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV).*

#### 1.24 *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 su 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.*

#### Sezioni minime dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione. In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

- conduttori di fase: 1,5 mm<sup>2</sup> (rame) per impianti di energia;
- conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm<sup>2</sup> (rame);
- conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>. Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:
  - la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
  - la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup>.
- Conduttori di protezione: devono avere sezioni di:.....

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente;
- 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

- conduttore di terra:
  - protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, e non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> in rame o ferro zincato;
  - non protetto contro la corrosione, e non inferiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame) oppure 50 mm<sup>2</sup> (ferro);
  - protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella **CEI-UNEL 3502**. 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<sup>2</sup> (rame);
- conduttori equipotenziali principali: non inferiori a metà della sezione del

conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame);

- conduttori equipotenziali supplementari:
- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore;
- 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<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente, e a 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

### Tubazioni ed accessori per installazioni elettriche

Tutte le tubazioni di protezione dei cavi elettrici dovranno essere di tipo flessibile in PVC nella serie pesante antischiacciamento, di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti norme UNEL e CEI. In generale, i sistemi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa sia durante l'esercizio.

### 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;
- interrimento (**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**);
  - cavidotti (**CEI 23-29**);

- guaine guida cavi (**CEI 23-25**).

Il tracciato dei tubi protettivi sulle pareti deve avere un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Nel caso di andamento orizzontale, deve essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi totalmente incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi, prima della ricopertura con malta cementizia, dovranno essere saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera che non siano totalmente accostati, in modo da realizzare un interstizio da riempire con la malta cementizia.

#### 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 ai cavi che deve contenere, con un minimo di 10 mm;
- negli ambienti speciali: essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi che devono essere contenuti, con un minimo di 16 mm.

#### Componenti del sistema di canalizzazione

Il sistema di canalizzazione, per ogni tipologia, deve prevedere i seguenti componenti:

- 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.
- sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi:
  - canale;
  - testata;
  - giunzioni piana lineare;
  - deviazioni;
  - derivazione;
  - accessori complementari;
  - elementi di sospensione.
- 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.

**Indicazioni 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 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 separazione di differenti servizi;
- le masse dei componenti del sistema devono poter collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema.

**Indicazioni 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 prevedere 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 separazione di differenti servizi.

**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 seguenti misure di sicurezza:

- il canale battiscopa, la cornice, le scatole di smistamento e le derivazioni a più vie, devono garantire la separazione di differenti servizi;
- gli accessori destinati all'installazione di apparecchi elettrici devono essere ancorati in modo indipendente 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 pavimento finito.

Le scatole destinate all'installazione delle prese di corrente devono assicurare che l'asse orizzontale si trovi ad almeno 70 mm dal pavimento finito (**CEI 64-8**).

Le prese telefoniche devono essere collocate a distanza di almeno 120 mm tra l'asse orizzontale della presa e il pavimento.

### Quadri elettrici

#### Generalità

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, 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 apparecchiature, con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti, con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, e deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

#### Tipologie di quadri elettrici

In generale, i quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo, e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate.

#### Quadro generale

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e, precisamente, a valle del punto di consegna dell'energia.

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati, accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si utilizzano gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti, e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel caso in cui sia necessario proteggere una condotta dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale, si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

### Quadri secondari di distribuzione

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche, ecc.

Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

### Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali 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, metallico o composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione, ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

### Quadri locali tecnologici

I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione. Provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e 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 scelti in 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, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

### Quadri speciali (sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica, ecc.)

Si definiscono *quadri speciali* quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati ad un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della 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 scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione, ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

### Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione (IP 20, IP 40, IP 44, IP 55) degli involucri dei quadri elettrici è da

sceglersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro deve essere sottoposto. La classificazione è regolata dalla norma **CEI EN 60529 (CEI 70-1)**, che identifica, nella prima cifra, la protezione contro l'ingresso di 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 protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

### 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 interruttori. È comunque preferibile, nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione. Le morsettiere possono essere a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

### 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** e **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 mezzo chiave). Le eventuali maniglie dovranno essere in materiale isolante.

Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.

I contenitori in lamiera di acciaio devono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm, e devono essere saldati e accuratamente verniciati a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui 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 mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, muniti alle estremità di capicorda a compressione ad occhiello.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o con rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

### Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un'apposita targa, nella quale sia riportato

almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo) che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili in lingua italiana.  
I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore i devono avere la marcatura CE.

### Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un proprio schema elettrico, nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti e i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, nonché le caratteristiche previste dalle relative norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

### Predisposizione per ampliamenti futuri

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti o installati.

### Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego, e possono essere in materiale isolante o metallico. La tipologia deve essere idonea ad essere installata a parete o ad incasso (pareti piene o a sandwich o con intercapedine), con caratteristiche che consentano la planarità e il parallelismo.

Tutte le cassette di derivazione da parete, dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione di almeno IP 40 (per i modelli a parete), con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di 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 previsti dalle norme vigenti. Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di opportuni separatori.

I coperchi delle cassette devono essere rimossi solo con attrezzo. Sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza normalizzata.

### Giunzioni e morsetti

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle, a mezzo di apposite morsettiere e morsetti.

I morsetti di derivazione volanti possono essere:

- a vite;

- senza vite;
- a cappuccio;
- a perforazione di isolante.

### Supporto, frutto e placca

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno permettere il fissaggio rapido dei frutti senza vite e facile rimozione con attrezzo, nonché il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti, e consentire eventuali 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** e **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 2A (**CEI EN 60669-2-1**) 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, P30 (**CEI 23-16** o **CEI23-50**);
- protezione contro le sovracorrenti: interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6A, 10A, 16A e potere di interruzione non inferiore a 1500A (**CEI EN 60898**);
- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;
- prese di segnale: per trasmissione dati Rj45, TV terrestre e satellitare (**CEI EN 50083-4**), 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: .....

### 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 (nel sistema TT sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto

elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

#### Impianti a tensione nominale $\leq 1000$ 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'impianto utilizzatore, nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove 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 le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione degli elementi di fatto (ferri delle strutture in cemento armato, tubazioni metalliche, ecc.).

#### Impianti a tensione nominale $> 1000$ V corrente alternata

Per quanto riguarda questi impianti, la norma di riferimento è la **CEI 11-1**.

#### Elementi dell'impianto di terra

##### Dispersore

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra, ed è generalmente costituito da elementi metallici quali tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma **CEI 64-8**.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione e alla profondità del dispersore da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori, e fra il dispersore e il conduttore di terra, devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena, o con robusti morsetti o manicotti, purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

##### Conduttore di terra

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra, oppure 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

dispersori per la parte interrata, e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno. Il conduttore di terra deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego. Possono essere impiegati corde, piattine o elementi strutturali metallici inamovibili. Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassunte nella tabella 83.1.

Tabella 83.1 - Sezioni minime del conduttore di terra

Caratteristiche di posa del conduttore	Sezione minima [mm <sup>2</sup> ]
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)

### Collettore (o nodo) principale di terra

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure), almeno un collettore (o 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 MT.

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

### Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra, collega in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra). Può anche essere collegato direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella 83.2, tratta dalle norme **CEI 64-8**.

Tabella 83.2 - Sezione minima del conduttore di protezione (CEI 64-8)

Sezione del conduttore difase che alimenta la macchina o l'apparecchio[mm <sup>2</sup> ]	Conduttore di protezione appartenente allo stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase[mm <sup>2</sup> ]	Conduttore di protezione non appartenente allo stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore difase [mm <sup>2</sup> ]

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

### Conduttori di equipotenziale

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee, ovvero le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma **CEI 64-8/5**).

L'appaltatore deve curare il coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione. È opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda, infine, la misurazione della resistività del terreno.

### Pozzetti

Tutti i pozzetti dovranno essere in PVC e muniti di chiusino in PVC pesante nervato.

### 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 realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente: se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;
- coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali: questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

### Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

#### Generalità

Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche più idonee devono essere conformi alle prescrizioni 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

### Composizione dell'impianto



In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base), costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche e limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (quali, ad esempio, tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

### Captatori

Il captatore può essere composto dalla combinazione di aste, funi e maglie. Il posizionamento dei captatori secondo il metodo dell'angolo di protezione (indicato per gli edifici di forma regolare) o il metodo della sfera rotolante (indicato per gli edifici di forma complessa), deve essere conforme al punto 2.2.2 della norma **CEI 81-1**, e in particolare dell'appendice B. La protezione delle superfici piane dovrà essere attuata con il metodo della maglia.

Il punto 2.2.3 della norma stabilisce che, ai fini della protezione, possono essere utilizzati come captatori 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 continui, ecc.), al di sotto di una copertura non metallica, purché quest'ultima parte possa essere esclusa dalla struttura da proteggere;
- parti metalliche come gronde, ornamenti, ringhiere, ecc., la cui sezione trasversale non sia inferiore a quella specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici, costruiti in materiale di non meno di 2,5 mm di spessore, purché non si crei 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 (Fe, Cu, Al) indicato nella tabella 4 della norma CEI 81-1.

### Sistemi di protezione LPS

I sistemi di protezione contro i fulmini vengono definiti LPS (Lighting Protection of Structures) e si dividono in:

- LPS esterno;
- LPS interno.

---

### LPS ESTERNO

L'impianto esterno 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 quella di 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 sommità dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale.

I captatori a maglia consistono nel creare una gabbia metallica intorno all'edificio, tramite piattine tonde in ferro o in rame, per proteggerlo completamente. I percorsi devono essere preferibilmente rettilinei e i cambi 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 SPD agli impianti esterni e interni, e ai corpi metallici esterni e interni.

### Verifiche e dichiarazione di conformità

Dopo l'ultimazione, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche deve essere verificato per 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 deve essere soggetto a manutenzione periodica, come disposto dalla norma **CEI 81-1**. L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'impianto 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 atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettricipericolosi.

Secondo l'art.2 del citato decreto la messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore, che deve rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente. 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 dichiarazione di 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 indicazioni del piano di manutenzione dell'opera, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque anni, ad esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior rischio in 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 o ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle Attività Produttive, sulla base di criteri

stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.

Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica deve rilasciare il relativo verbale al datore di lavoro, che 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 casi di:

- 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 territorio dell'ISPESL e alle ASL o alle ARPA competenti per territorio, la cessazione dell'esercizio, le modifiche sostanziali preponderanti e il trasferimento o spostamento degli impianti.

#### 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 e PELV);
- protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi FELV);
- 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 trasformazione (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).

#### Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti

La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della condotta;
- alla fine della condotta;
- in un punto qualsiasi della condotta.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi devono essere installate all'inizio della condotta.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della condotta.

Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della condotta, purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente le due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio 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 incendio o di danno per le persone.

È possibile non prevedere la protezione contro i cortocircuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli (per esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri).

In tali casi, bisogna verificare che il pericolo di cortocircuito sia minimo e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

## **Art. 53. Verifiche dell'impianto elettrico**

### Accertamenti preliminari

Il Direttore dei Lavori, prima dell'inizio dei lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Appaltatore, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o dei prodotti proposti per l'impiego, sulla base delle indicazioni dei relativi certificati di qualità, rapportate alle prescrizioni del presente Capitolato;

### Esame a vista

L'esame a vista, eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto, e ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti. L'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto che alla fine dei 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;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

### 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 prescrizioni del capitolato speciale d'appalto e i dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione, individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente, accertando che tutti i componenti elettrici siano

stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;

- l'accessibilità, che deve essere agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura e segnalazione manovra, e possibile (eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli) per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di 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.

### Verifica delle condutture, cavi e connessioni

La verifica ha lo scopo di accertare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a:

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni delle norme CEI del presente capitolato speciale d'appalto:
  - 1, 5 mm<sup>2</sup>: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette;
  - 0,5 mm<sup>2</sup>: 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 scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

Tabella 84.2 - Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (norma CEI 23-21)

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione [N]
	Rigidi flessibili[mm <sup>2</sup> ]	Flessibili[mm <sup>2</sup> ]	
0	-	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50
3	4	4	50
4		6	60
5		10	80
6		16	90
7		25	100
8		35	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 spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

### Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando

La norma CEI 64-8 distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando:

- 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 installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli 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 idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (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 possibilità di potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di 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 nei pressi di 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.

## **Art. 54. Impianti di illuminazione. Verifiche**

### Generalità

Le operazioni delle verifiche dell'impianto illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico, e comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;

### Esami a vista

L'esame a vista è condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto. Dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali, e in particolare del capitolato speciale d'appalto.

### Impianti di illuminazione esterna

La verifica degli impianti di illuminazione esterna è basata su misure relative alla determinazione dell'illuminamento medio e dell'abbagliamento prodotto sulla carreggiata stradale.

Per la misura della luminanza sulla carreggiata, secondo le raccomandazioni CIE,

deve essere eseguito ai nodi un reticolo avente le seguenti caratteristiche:

- senso longitudinale: maglia con lato non superiore ad un 1/3 dell'interdistanza tra i centriluminosi;
- 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 carreggiata e con inclinazione di 1° al di sotto dell'orizzontale. L'illuminamento è misurato con un luxmetro, in questo caso dotato di cupola diffondente.

## CAPITOLO 7 - OPERE FOGNARIE, ILLUMINAZIONE E STRADALI

### Sezione I Collocazione di tubazioni

#### **Art. 55. Scavi delle trincee, posa in opera delle tubazioni**

##### Generalità

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico che in quello planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.

La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni e ai tipici giunti da eseguire.

In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o 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 delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte o ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.

In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.

Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano. Eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore.

Qualora, invece, detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.

Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

##### Interferenze con edifici

Quando gli scavi si sviluppano lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da un attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori, e a 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 quali – restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate secondo i prezzi d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

#### Attraversamenti di manufatti

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, si deve assolutamente evitare di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili, anche lievi, assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna, invece, provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo, lasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico.

Ad ogni modo, è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno, così, assorbiti dall'elasticità dei giunti più vicini.

#### Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, bisogna determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno e assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, se dovesse essere scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o dovesse verificarsi un danno allo stesso 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 quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e

– se si tratta di acquedotti – protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati.

Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

#### Realizzazione della fossa

Opere provvisoriale

Le opere provvisoriale in presenza di scavi e/o sbancamenti devono essere realizzate secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) o del piano operativo di sicurezza (POS), secondo le disposizioni del D.Lgs. n. 81/2008.

Tipologie di scavi

In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le seguenti tipologie:

- trincea stretta;
- trincea larga;
- terrapieno (posizione positiva);
- terrapieno (posizione negativa).

**TRINCEA STRETTA**

È la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo di PVC, in quanto viene alleggerito dal carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione 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 questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire, per questioni di sicurezza, da questa ipotesi.

**TERRAPIENO (POSIZIONE POSITIVA)**

La sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi (anche naturali) nello scavo, e il relativo cedimento del terreno, impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti.

**TERRAPIENO (POSIZIONE NEGATIVA)**

La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto fra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno e i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta e a trincea larga.

La larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a  $(D + 0,40 \cdot D)$  m.

**Art. 56. Letto di posa per le tubazioni**Appoggio su suoli naturali

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo 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 granulometria massima inferiore a 20 mm. Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da 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 esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee.

Potrà essere, altresì, prescritto il ricalzo della condotta sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.

In alternativa, la condotta potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e ricalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.

Come materiale per il ricalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia >15%) con granulometria massima pari a 20 mm, ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto 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, peraltro, questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

#### Appoggio su materiale di riporto

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti o a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.

Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa >15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.

Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a 100 mm + 1/10 D. Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a 100 mm + 1/5 D, ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

#### Appoggio su calcestruzzo

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso.

Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a 50 mm + 1/10 D in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo, e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del

caso precedente.

Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tracondotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a  $100 \text{ mm} + 1/10 D$  in mm.

In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

### Camicia in calcestruzzo

In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in 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 costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto, lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, e in ogni caso su disposizione della direzione dei lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di  $D/10 + 10 \text{ cm}$  (essendo  $D$  il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo.

Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, in sezioni non inferiori a quelle riportate nella tabella 89.1.

Tabella 89.1 - Tubazioni interrato. 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 ( $h$ )	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfiacco ( $H$ )	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto ( $L$ )	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 di posa  $K$  da adottare in funzione dell'angolo d'appoggio, del grado di costipamento del rinfiacco e del tipo di trincea.

## **Art. 57. Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni**

### Controllo e pulizia dei tubi

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali 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 accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, 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 funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

### Nicchie in corrispondenza dei giunti

Il sottofondo deve essere sagomato e avere nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in 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 avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e incasso del giunto.

### Continuità del piano di posa

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti, quali impiego di giunti adeguati, rattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso, la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

### Protezione catodica delle tubazioni metalliche

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezione catodica in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

### Tubi danneggiati durante la posa in opera

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati in modo da 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 estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna. Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie, e a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

### Piano di posa

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, 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 diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati accurato costipamento del materiale di ricalzo.

La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore  $(0,10 + D/10)$  m, e comunque maggiore di 15 cm, e 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  $90^\circ$ ; esso può essere realizzato mediante accurato ricalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori ( $120^\circ$ ) possono essere realizzati con tubi rigidi, solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore della densità sotto il tubo. Angoli di appoggio

inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico. Con tubi 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 mediante 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 esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento.

Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, 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 trincea. In pratica il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto fino ai prescritti valori dell'indice di Proctor (CNR b.u. n. 69-AASHO mod.).

### Modalità di posa in opera

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni o altri 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 fornitore dei tubi.

I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

## **Art. 58. Rinterro delle tubazioni**

### Generalità

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o mediante altri mezzi idonei.

### Esecuzione del rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rifianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tali operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibratorii a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario,

essere accuratamente riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti 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 lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (avendo cura di non danneggiare il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali e animali. Il rinfianco delle tubazioni e il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, devono essere effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di 1,9 t/m<sup>3</sup>. 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 occupata dal tubo, fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.

Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm, che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.

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, semirigida o 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'accoppiamento 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 condizioni 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 soggette a traffico leggero e di almeno 150 cm in zone soggette a traffico pesante. Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato.

Per i tubi in ghisa sferoidale potranno ammettersi altezze minime inferiori, previa adeguata verifica e parere favorevole della direzione dei lavori.

Se è previsto il riutilizzo del materiale di scavo, questo sarà privato di tutti quegli elementi suscettibili di danneggiare le condotte. Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, questo sarà realizzato con strumenti leggeri da tutte e due le parti della

condotta, al fine di non provocare deviazioni del piano e del livello della condotta.

Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento (a vibrazione o costipanti), sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancologgio e dell'altezza di rinterro al di sopra 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 CNR **UNI 10006** e rispettare le metodologie di calcolo delle norme ATV 127 e **UNI 7517**.

Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se è il caso, il ricorso ad altro materiale di riporto.

Il rinfiacco e il ricoprimento devono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (amano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.

Nel caso di tubi installati in trincea, la profondità minima del rinterro sarà  $1,2 \cdot DN$  (mm), e non saranno ammessi in alcun caso reinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm.

Nel caso fosse necessario un rinterro minore, si dovrà realizzare un rinfiacco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determinate dal progettista della condotta.

Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

#### Raccomandazioni per la compattazione

Considerato che un'eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, devono essere rispettate le seguenti 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. Durante la compattazione del rinterro, sarà cura dell'appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forma della sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i 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 della zona 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 con la compattazione, la saturazione e la vibrazione. Il rinterro sarà posato in strati compresi fra 0,15 e 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo. La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi nel momento in cui viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che abbia inizio la reazione di assestamento.

La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 e il 12% si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.

Infine, i terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano 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 ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale



controllo.

Il rinfiacco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato, perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua. Esso potrà essere consentito dalla direzione dei lavori, in via eccezionale, solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

## **Art. 59. Sovrastruttura stradale. Caratteristiche geometriche delle strade**

### Terminologia relativa alla sovrastruttura

In riferimento alle istruzioni del C.N.R. b.u. n. 169/1994, si riportano le definizioni di cui ai paragrafi seguenti.

### Premessa

Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili si possono distinguere essenzialmente in:

- sovrastruttura e pavimentazione;
- sottofondo.

### Sovrastruttura

#### Definizione

Con il termine *sovrastruttura* si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente le azioni dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottofondo) o ad 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.

### Strati della sovrastruttura

#### Strato superficiale

Lo strato superficiale è lo strato immediatamente sottostante al piano viabile. Nelle sovrastrutture flessibili esso viene suddiviso in due strati:

- strato di usura;
- strato di collegamento (binder).

#### Strato di base

Lo strato di base è lo strato intermedio tra lo strato superficiale e lo strato di fondazione.

### Strato di fondazione

Lo strato di fondazione è lo strato della parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo).

### Strati accessori

Gli strati accessori si distinguono in tre tipi:

- strato anticapillare: strato di materiale di moderato spessore interposto fra lo strato di fondazione e il terreno di sottofondo, destinato ad interrompere, negli strati della sovrastruttura, l'eventuale risalita capillare di acqua proveniente da falda acquifera;
- strato antigelo: strato di opportuno materiale, steso al di sotto dello strato di fondazione in adeguato spessore, avente la funzione di impedire che la profondità di penetrazione del gelo raggiunga un sottofondo gelivo;
- strato drenante: strato di materiale poroso impermeabile, posto a conveniente altezza nella sovrastruttura per provvedere alla raccolta e allo smaltimento di acque di falda o di infiltrazione verso le cunette laterali o altro dispositivo drenante.

### Tipi di sovrastrutture

#### 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 strati di fondazione non legati.

Nelle sovrastrutture più moderne, lo strato superficiale è spesso costituito da due strati, ovvero uno strato di usura e uno strato di collegamento.

Lo strato di usura è lo strato disposto ad immediato contatto con le ruote dei veicoli, destinato ad assicurare adeguate caratteristiche di regolarità e condizioni di buona aderenza dei veicoli alla superficie di rotolamento, a resistere prevalentemente alle azioni tangenziali di abrasione, nonché a proteggere gli strati inferiori dalle infiltrazioni delle acque superficiali. Di recente è stato introdotto l'impiego di strati di usura porosi, drenanti e fonoassorbenti. In tal caso 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. Normalmente è costituito da materiale meno pregiato, e quindi più economico del sovrastante.

Rientrano nella categoria delle sovrastrutture flessibili, inoltre, sovrastrutture di strade secondarie con strati superficiali costituiti da materiali lapidei non legati (macadam), con sovrapposto un eventuale trattamento superficiale.

#### Sovrastruttura rigida

Con dizione tradizionale, si definisce *rigida* una sovrastruttura formata da uno strato superficiale costituito da una lastra in calcestruzzo di cemento armato o non armato, e da uno o più strati di fondazione. La lastra in calcestruzzo somma in sé anche la funzione dello strato di base.

Lo strato di fondazione può essere costituito da miscele di aggregati non legati, ovvero legati con leganti 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

strato di fondazione è quella di assicurare alla lastra un piano di appoggio di uniforme portanza e deformabilità, nonché quella di evitare che l'eventuale parte fine del terreno di sottofondo risalga in superficie attraverso i giunti o le lesioni della lastra, creando vuoti e rendendo disuniformi le condizioni di appoggio della lastra. Esso, infine, può essere chiamato a svolgere anche una funzione drenante.

### Sovrastruttura semirigida

Condizione 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 idraulici, ed 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 uno strato sottostante trattato con leganti idraulici e uno sovrastante trattato con leganti bituminosi, onde evitare il riprodursi in superficie della fessurazione di ritiro e igrotermica dello strato di base cementato sottostante.

### Sovrastruttura rigida polifunzionale

Con questo termine, recentemente entrato in uso per alcune sovrastrutture rigide autostradali, viene indicata una sovrastruttura costituita da una lastra portante in calcestruzzo di cemento ad armatura continua, con sovrastante strato di usura in conglomerato bituminoso poroso drenante, antisdrucchiabile e fono-assorbente, uno strato di impermeabilizzazione posto al di sopra della lastra, un primo strato di fondazione a contatto con il sottofondo in misto granulare non legato, e un secondo strato di fondazione sovrapposto al precedente, in misto cementato.

### Sottofondo

#### Definizione

Si definisce *sottofondo* il terreno costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire appoggio alla sovrastruttura. Tale deve considerarsi il terreno fino ad una profondità alla quale le azioni verticali dei carichi mobili siano apprezzabili e influenti sulla stabilità dell'insieme (di solito dell'ordine di 30-80 cm).

#### Sottofondo migliorato o stabilizzato

Sottofondo che per insufficiente portanza e/o per notevole sensibilità all'azione dell'acqua e del gelo, viene migliorato o stabilizzato con appositi interventi, ovvero sostituito per una certa profondità. Il sottofondo viene detto *migliorato* quando viene integrato con materiale arido (correzione granulometrica) o quando viene trattato con modesti quantitativi di legante, tali da modificare, anche temporaneamente, le sole proprietà fisiche della terra (quali il contenuto naturale di acqua, la plasticità, la costipabilità, il CBR).

In alcuni casi, il miglioramento può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'ausilio di geosintetici.

Il sottofondo viene detto *stabilizzato* quando il legante è in quantità tale da conferire alla terra una resistenza durevole, apprezzabile mediante prove di trazione e flessione proprie dei materiali solidi. Il legante impiegato è normalmente di tipo idraulico o idrocarburico.

### Trattamenti

Trattamento superficiale

Trattamento che nella viabilità secondaria sostituisce, talvolta, nelle sovrastrutture flessibili, lo strato superficiale.

Il trattamento è ottenuto spargendo in opera, in una o più riprese, prima il legante idrocarburico e quindi l'aggregato lapideo di particolare pezzatura.

Tale trattamento può essere usato anche nella viabilità principale al di sopra dello strato di usura nelle sovrastrutture flessibili o della lastra in calcestruzzo nelle sovrastrutture rigide, per assicurare l'impermeabilità (trattamento superficiale di sigillo) o per migliorare l'aderenza, nel qual caso viene denominato anche *trattamento superficiale di irruvidimento*.

Trattamento di ancoraggio

Pellicola di legante idrocarburico (detta anche *mano d'attacco*) spruzzata sulla superficie di uno strato della sovrastruttura per promuovere l'adesione di uno strato sovrastante.

Trattamento di impregnazione

Trattamento consistente nello spandere un'idonea quantità di legante idrocarburico allo stato liquido su uno strato di fondazione o su un terreno di sottofondo a granulometria essenzialmente chiusa. Il legante penetra entro lo strato per capillarità, per una profondità limitata dell'ordine del centimetro.

Trattamento di penetrazione

Trattamento consistente nello spandere un'idonea quantità di legante (idrocarburico o idraulico) allo stato 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 centimetri.

Tipi particolari di pavimentazioni o di stratiPavimentazione ad elementi discontinui

Sono, per lo più, costituite da elementi di pietra di forma e dimensioni diverse. Attualmente il loro impiego è prevalentemente limitato alla manutenzione di antiche pavimentazioni di aree urbane monumentali e a transito pedonale.

I tipi più comuni sono i ciottolati (costituiti da ciottoli di forma tondeggianti), i lastricati (costituiti da elementi di forma parallelepipeda) e i selciati (costituiti da elementi più piccoli di forma approssimativamente cubica o tronco-piramidale).

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, allettati in uno strato di sabbia e spesso muniti di risalti e scanalature alla periferia di ciascun elemento, onde migliorare il mutuo collegamento degli elementi fra di loro.

Tale tipo di pavimentazione, prevalentemente destinata ad essere usata in zone pedonali e in zone sottoposte a traffico leggero, può essere usata anche in zone soggette a carichi molti rilevanti, sottoposte a traffico lento, quali piazzali di sosta, di stoccaggio merci, ecc. In questo caso devono essere previsti, al di sotto dello strato di allettamento in sabbia, uno o più strati portanti di adeguato spessore.

Massiciata

Strato di fondazione costituito da massi irregolari di pietra (scapoli) disposti accostati sul sottofondo e 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 fondazione o di base. Onde evitare equivoci, è opportuno che tale denominazione venga abbandonata.

Elementi costitutivi dello spazio stradale

Il D.M. 5 novembre 2001, tenuto conto dell'art. 3 del codice della strada, riporta le denominazioni degli spazi stradali e i loro seguenti significati (figura 92.1).

---

**BANCHINA**

Parte della strada, libera da qualsiasi ostacolo (segnaletica verticale, delineatori di margine, dispositivi di ritenuta), compresa tra il margine della carreggiata e il più vicino tra i seguenti elementi longitudinali:

- 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, in talune 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 marcia, è pavimentata ed è delimitata da strisce di margine (segnaletica orizzontale).

---

**CORSIA**

Parte longitudinale della strada, normalmente delimitata da segnaletica orizzontale, di larghezza idonea a 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 sorpasso;
- corsia riservata: corsia di marcia destinata alla circolazione esclusiva di determinate categorie di veicoli;
- corsia specializzata: corsia destinata ai veicoli che si accingono ad effettuare determinate manovre, quali svolta, attraversamento, sorpasso, decelerazione, accelerazione, manovra per la sosta, o che presentino basse velocità (corsia di arrampicamento) o altro;

- corsia di emergenza: corsia, adiacente alla carreggiata, destinata alle soste di emergenza, al transito dei veicoli di soccorso ed, eccezionalmente, al movimento dei pedoni.

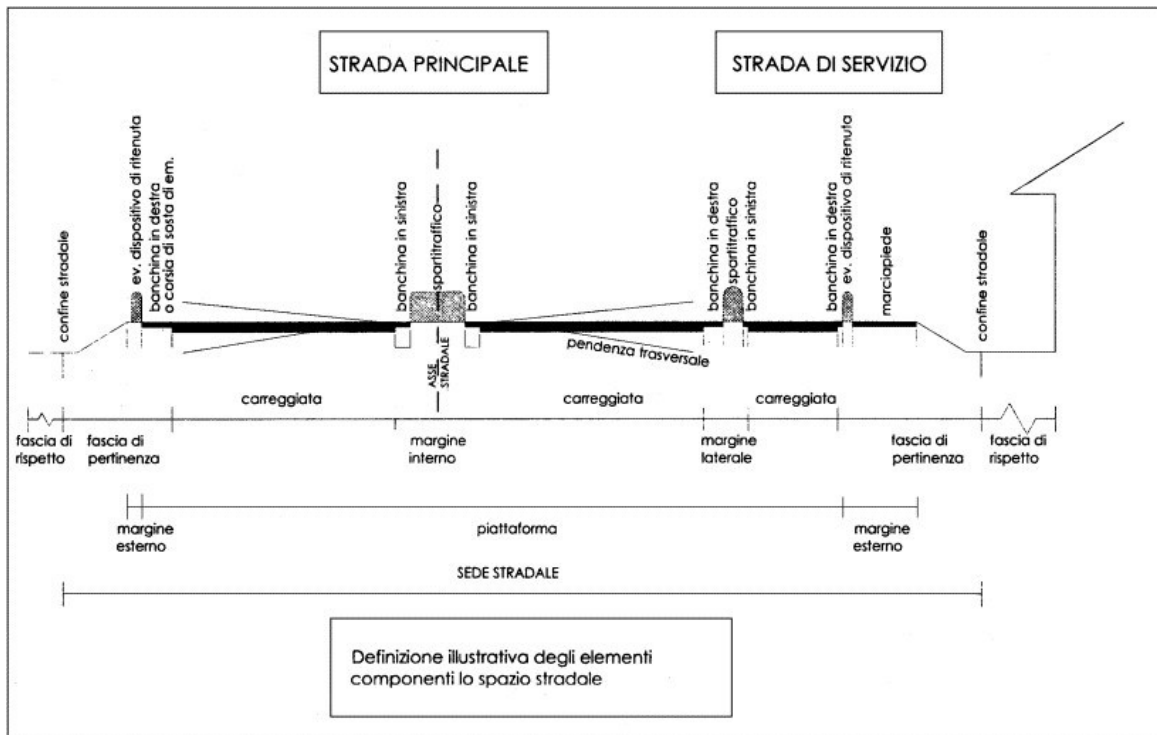


Figura 92.1 - Elementi costitutivi dello spazio stradale (D.M. 5 novembre 2001)

### DISPOSITIVO DI RITENUTA

Elemento tendente ad evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma o, comunque, a ridurne le conseguenze dannose. È contenuto all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattaforma.

### FASCIA DI PERTINENZA

Striscia di terreno compresa tra la carreggiata più esterna e il confine stradale. È parte della proprietà stradale e può essere utilizzata solo per la realizzazione di altre parti della strada.

### FASCIA DI SOSTA LATERALE

Parte della strada adiacente alla carreggiata, separata da questa mediante striscia di margine discontinua e 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 pedoni.

### 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, arginelli, 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 veicoli.

---

## 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 difermata dei 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, relativa alla piattaforma corrente.

### Caratteristiche geometriche

#### Larghezza delle corsie

La larghezza delle corsie è intesa come la distanza tra gli assi delle strisce che le delimitano. Le dimensioni indicate non riguardano le corsie impegnate dalle categorie di traffico numerate 7, 8, 9, 10 e 11 della tabella 3.2.c del **D.M. 5 novembre 2001**, per le quali si fissa una larghezza minima di 3,25 m.

Le corsie riservate ai mezzi pubblici, o ad uso promiscuo con i mezzi privati, sono da ubicare vicino ai marciapiedi. Sulle strade a più carreggiate esse vanno collocate sulle carreggiate laterali.

#### Larghezza del margine interno e del margine laterale

La larghezza del margine è intesa come distanza tra gli assi delle strisce che delimitano due carreggiate, appartenenti alla strada principale (margine interno) o ad una strada principale e un'adi servizio (margine laterale).

### Larghezza del marciapiede

La larghezza del marciapiede va considerata al netto sia di strisce erbose o di alberature che di dispositivi di ritenuta. Tale larghezza non può essere inferiore a 1,50 m. Sul marciapiede possono, comunque, trovare collocazione alcuni servizi di modesto impegno, quali centralini semaforici, colonnine di chiamata di soccorso, idranti, pali e supporti per l'illuminazione e per la segnaletica verticale, nonché, eventualmente, 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, cabine telefoniche, cassonetti, ecc.) la larghezza minima del passaggio pedonale dovrà, comunque, essere non inferiore a 2 m.

### Regolazione della sosta

Tale voce indica se la sosta è consentita, o meno, sulla piattaforma o in appositi spazi separati connessi opportunamente con la strada principale, con disposizione degli stalli in senso longitudinale o trasversale rispetto la via.

Gli stalli devono essere delimitati con segnaletica orizzontale. La profondità della fascia stradale dal loro occupata è di 2 m per la sosta in longitudinale, di 4,80 m per la sosta inclinata a 45° e di 5 m per quella perpendicolare al bordo della carreggiata. La larghezza del singolo stallone è di 2 m (eccezionalmente di 1,80 m) per la sosta longitudinale, con una lunghezza occupata di 5 m; è di 2,30 m per la sosta trasversale.

Le eventuali corsie di manovra a servizio delle fasce di sosta devono avere una larghezza, misurata tra gli assi delle strisce che le delimitano, rispettivamente pari a 3,50 m per la sosta longitudinale e a 6 m per la 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, occorrenti per la sicurezza delle manovre.

## **Art. 60. Misti cementati per strati fondazione e di base**

### Generalità

Il misto cementato per lo strato di fondazione e per lo strato di base dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare) o riciclati, trattata con un legante idraulico (cemento) e acqua.

Tali strati dovranno avere spessore non inferiore a 10 cm e non superiore a 30 cm.

### Materiali costituenti e loro qualificazione

#### Aggregati

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e dagli aggregati fini.

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, e da elementi naturali a spigoli vivi o in alternativa da elementi riciclati. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nel progetto.



L'aggregato fine dovrà essere costituito da elementi naturali, di frantumazione o riciclati che possiedano le caratteristiche di progetto.

Ai fini dell'accettazione da parte del direttore dei lavori, prima della posa in opera, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti, rilasciata da un laboratorio ufficiale.

#### *1.25 Cemento*

Dovranno essere impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma **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 della loro accettazione, prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere controllati e certificati come previsto dal

D.P.R. 13 settembre 1993, n. 246 e dal D.M. 12 luglio 1993, n. 314.

La quantità di cemento sarà di 70,00 kg per metro cubo.

#### Acqua

L'acqua per il confezionamento dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva.

#### Aggiunte

È ammesso, previa autorizzazione della direzione dei lavori, l'aggiunta di ceneri volanti conformi alla norma **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 caratteristiche meccaniche, dovrà essere stabilita con opportune prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e, comunque, non potrà superare il 40% del peso del cemento.

#### Miscela

La miscela di aggregati (misto granulare) per il confezionamento del misto cementato dovrà avere dimensioni non superiori a 40 mm.

#### Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare.

Una volta accettata da parte della direzione dei lavori la composizione delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad essa.

Nella curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali di  $\pm 5$  punti per l'aggregato grosso e di  $\pm 2$  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  $\pm 0,5\%$ .

### Preparazione delle superfici di stesa

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente, dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. Prima della stesa dovrà verificarsi che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, si dovrà provvedere alla sua bagnatura, evitando la formazione di superfici fangose.

### Posa in opera delle miscele

La stesa dovrà essere eseguita impiegando macchine finitrici vibranti.

Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato dovranno essere realizzate preferibilmente con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste.

La stesa della miscela non 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 una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad un'adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa dovrà essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete perfettamente verticale.

Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

### Protezione superficiale dello strato finito

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 daN/m<sup>2</sup> (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 cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno successivo a quello in cui è stata effettuata la stesa, e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate saranno consentite solo se autorizzate dalla direzione dei lavori.

### Controlli

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera dovrà essere effettuato mediante prove *in situ*.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a

quella prevista in progetto.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla direzione dei lavori.

Tabella 93.5 - Strade urbane di quartiere e locali. Verifica prestazionale

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Strato finito (densità <i>in situ</i> )	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa

### Modalità di esecuzione della prova

La prova su piastra consente una valutazione dello stato di compattazione del terreno. È prevista l'effettuazione di due cicli di carico: il primo per la determinazione del modulo di deformazione ( $M_d$ ) calcolato in corrispondenza di un incremento di carico  $\Delta p$  di 0,10 N/mm<sup>2</sup>, il secondo per la determinazione del grado di costipamento attraverso il rapporto  $M_d/M'd$  ( $\leq 1$ ) dove  $M'd$  è il modulo di deformazione calcolato nel secondo ciclo.

Il modulo di deformazione ( $M_d$ ) è la misura convenzionale della capacità portante di una superficie, sia essa sottofondo, strato di fondazione o strato di base espresso in N/mm<sup>2</sup>.

### Condizioni operative

Preparare la superficie della zona da testare eliminando eventuali irregolarità superficiali mediante un sottile strato di sabbia di circa 1÷5 mm.

Predisporre un contrasto fisso (ex parte posteriore di un autocarro carico di terra) pari ad un carico almeno doppio di quello massimo esercitato sulla piastra.

### Procedura

Posizionare la piastra (da Ø300 o Ø600 mm) sulla superficie dello strato di prova verificando che appoggi interamente sulla superficie e che sia in posizione orizzontale.

Predisporre il martinetto idraulico con snodo sferico posizionandolo al centro della piastra portando a contatto con il contrasto, se necessario si possono usare delle prolunghe.

La misura del cedimento può essere effettuata in due modi: con la Procedura A mediante 1 sensore centesimale o con la Procedura B usando 3 sensori centesimali.

Il braccio del sensore viene a sua volta fissato alla barra di riferimento i cui appoggi devono distare dai bordi delle aree caricate (piastra e ruote o altro supporto del contrasto) non meno di 1 m per la piastra e di 0,50 m per le ruote. Il complesso di misura dei cedimenti (trave, braccio, sensore) deve essere riparato dai raggi diretti del sole, da scosse e da vibrazioni.

Occorre evitare, inoltre, qualsiasi circolazione in prossimità del posto di misura.

Predisporre la barra di riferimento su cui sono installati nel caso della Procedura B 3 sensori centesimali posti a 120° sul perimetro della piastra, a circa 5 mm dal bordo, mentre per la Procedura A il sensore sarà posizionato centralmente alla piastra mediante struttura apposita.

Indipendentemente dalla procedura adottata, si libera la cerniera sferica e si applica, agendo sul martinetto, un carico di assetto di 0,02 N/mm<sup>2</sup> complessivamente, ossia compreso il carico dell'apparecchiatura gravante sulla superficie da provare e non misurata dal dinamometro.

Si attende che i cedimenti si siano esauriti (ossia quando la differenza di due letture consecutive del comparatore effettuate con intervallo di 1 minuto, in relazione alle deformazioni sotto carico o allo scarico, sia di  $\pm 0,02$  mm) e si azzerano i comparatori.

Si porta il carico al valore di 0,05 N/mm<sup>2</sup> e si effettua una prima lettura del comparatore (in caso di procedura A) o dei tre comparatori (in caso di procedura B), determinando in quest'ultimo caso la media dei tre cedimenti letti.

Vengono quindi applicati i seguenti incrementi di carico, effettuando ogni minuto le corrispondenti letture al/ai comparatore/i fino alla stabilizzazione dei cedimenti.

Primo ciclo: per i terreni di sottofondo e per gli strati di rilevato gli incrementi di carico di 0,05 N/mm<sup>2</sup> fino a raggiungere la pressione di 0,20 N/mm<sup>2</sup>; per gli strati di fondazione e di base: incrementi di carico di 0,10 N/mm<sup>2</sup> fino a raggiungere rispettivamente la pressione di 0,35 e 0,45 N/mm<sup>2</sup>.

Si effettuano le letture dei cedimenti ad ogni incremento di carico, letto il cedimento relativo al carico massimo si effettua lo scarico completo, se interessa determinare solo il modulo  $M_d$ , mentre qualora occorra determinare anche il modulo  $M'_d$ , al fine di giudicare la qualità del costipamento, al termine del primo ciclo di carico, si effettua lo scarico fino alla pressione di 0,05 N/mm<sup>2</sup> e si rileva, dopo la stabilizzazione della deformazione il cedimento residuo. Partendo da queste condizioni, si inizia il secondo ciclo di carico, applicando gli incrementi di carico indicati in seguito.

Secondo ciclo: per i terreni di sottofondo e per gli strati di rilevato gli incrementi di carico di 0,05 N/mm<sup>2</sup> fino a raggiungere la pressione di 0,15 N/mm<sup>2</sup>; per strati di fondazione e per strati di base gli incrementi di carico di 0,10 N/mm<sup>2</sup> fino a raggiungere rispettivamente la pressione di 0,25 e 0,35 N/mm<sup>2</sup>.

Si misura la temperatura dell'aria più volte nel corso della prova per accertare che essa non abbia subito variazioni sensibili.

Eseguita la prova, si rimuove l'apparecchiatura e si effettua un prelievo di materiale in prossimità del punto di misura per stabilire l'umidità (CNR-UNI 10008) dello strato. Il prelievo deve interessare uno spessore di almeno 15 cm.

Qualora si eseguano prove su un sottofondo la cui struttura non è nota, si dovrà eseguire uno scavo nel terreno fino alla profondità di circa 50 cm, onde rilevare la stratigrafia del terreno e controllare che sotto la piastra non vi siano ciottoli o blocchi di dimensioni maggiori a 1/3 del diametro della piastra. In tale eventualità la prova non è da considerarsi significativa e deve essere ripetuta in un altro posto opportunamente scelto.

Nel caso di prove eseguite su strati di fondazione o di base si dovrà aver cura che la dimensione massima dell'aggregato in corrispondenza della zona provata non superi 1/3 del diametro della piastra.

### Risultati attesi

Il modulo di deformazione  $M_d$ , salvo diverse prescrizioni di progetto, dovrà risultare non inferiore a :

- Prove su piastra eseguite su strato di stabilizzato 30cm (prima di posare lo strato di base): valore di portanza da raggiungere dopo la posa e la rullatura dello stabilizzato, ( $M_d$  minimo al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm<sup>2</sup>) non inferiore a 55 N/mm<sup>2</sup> (MPa).

Nei verbali di accertamento predetti dovranno risultare chiaramente la data dei controlli, il numero e la loro posizione rispetto all'asse longitudinale principale dell'autostrada, l'inizio ed il termine del tratto per il quale deve intendersi valido il verbale di accertamento. Su questo dovranno ripetersi, per confronto, i dati altimetrici e planimetrici nonché quelli dei ME prescritti in progetto ed in capitolato.

## Art. 61. Misti granulari per strati di fondazione

### Generalità

Il misto granulare dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.

Nella sovrastruttura stradale il misto granulare dovrà essere impiegato per la costruzione di strati di fondazione e di base.

### Materiali

#### Aggregati

Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 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 costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive, di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati o da elementi riciclati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti dal progetto. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale e deve rispettare le caratteristiche essenziali dei parametri indicati nella tabella 94.2

Tabella 94.2 - Caratteristiche Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade per accettazione

Conforme UNI EN 13242	
Caratteristiche essenziali	Prestazioni
Tipo Aggregato Naturale	Aggregato in frazione unica
Dimensione dell'aggregato	0/25
Granulometria	GA75-80 GTA25
Contenuto di Fini	f <sub>5</sub> - f <sub>9</sub>
Valore di blu di metilene	MB ≤ 1 g/kg
Contenuto Solfati Solubili in Acido	AS <sub>0,2</sub>
Zolfo totale	S ≤ 1
Resistenza Frantumazione: Los Angeles	LA <sub>15</sub> - LA <sub>25</sub>
Resistenza all'usura	MDE7 - MDE20

### Miscela

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve possedere la composizione granulometrica prevista a progetto.

Il modulo di deformazione Md , dovrà risultare non inferiore a :

- Prove su piastra eseguite su strato di stabilizzato 30cm (prima di posare lo strato di base): valore di portanza da raggiungere dopo la posa e la rullatura dello stabilizzato, (Md minimo al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm<sup>2</sup> ) non inferiore a **55 N/mm<sup>2</sup> (MPa)**.

Il modulo di reazione (k) dello strato deve essere:

- Le prove di carico su una piastra circolare rigida con un diametro di 760 mm

dove avere un modulo  $k$  compreso tra **10 e 25 kg/cm<sup>3</sup>**.

Nei verbali di accertamento predetti dovranno risultare chiaramente la data dei controlli, il numero e la loro posizione rispetto all'asse longitudinale principale della strada, l'inizio ed il termine del tratto per il quale deve intendersi valido il verbale di accertamento. Su questo dovranno ripetersi, per confronto, i dati altimetrici e planimetrici prescritti in progetto ed in capitolato.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella 94.3.

#### Accettazione del misto granulare

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio ufficiale. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHO modificata (**CNR B.U. n. 69/1978**) dove il valore del contenuto d'acqua corrispondente al valore massimo del peso di volume del secco (detto "maximum") è indicato come contenuto d'acqua optimum" o "optimum Proctor".

I valori del maximum dovranno essere compresi tra **15÷20 kN/m<sup>3</sup>**.

I valori dell'optimum dovranno essere compresi tra **10÷20%**.

La DL deve provvedere all'accettazione delle miscele e una volta accettato, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad esse.

#### Confezionamento del misto granulare

L'impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree e i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

#### 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, e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

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 situ* 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 effettuarsi mediante un dispositivo di spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque un eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato

compromesso dovrà essere 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, tuttisesmoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla direzione dei lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4-4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questadifferenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

### Controlli

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante verifica delle certificazioni dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio ufficiale, oltreché con prove sullo strato finito.

Si tratta di prove che vanno ad accertare se il grado di compattazione raggiunto dai terreni in cantiere corrisponde al grado di addensamento ottenuto dalle prove geotecniche in laboratorio.

La prova di densità in situ ha lo scopo di verificare appunto le caratteristiche del terreno compattato.

In particolare, questa tipologia di prova va a determinare il peso di volume del terreno secco in situ, dopo che è stato steso e opportunamente rullato, confrontandolo con il valore ottenuto in laboratorio attraverso la prova di compattazione Proctor "AASHO Standard" o "AASHO Modificata". Il controllo in situ consiste quindi nel determinare il rapporto tra il peso secco dell'unità di volume in situ e quello ottenuto in laboratorio in condizioni ottimali. Tale controllo deve assicurare che il valore di peso di volume secco del terreno in situ non sia al di sotto del **90%** del valore massimo ottenuto con la prova Proctor con tolleranza di **+/- 1%**. Oltre al peso di volume secco in situ, la prova di densità permette di verificare anche l'umidità del terreno in situ potendola così confrontare con l'umidità ottimale ottenuta attraverso la prova Proctor che dovrà avere i valori compresi fra **+/- 2%** dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella 94.3.

### Portanza

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate, prima della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, con prove di carico su piastra da 300 mm secondo la DIN 18134. Possono inoltre essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento come ad esempio la piastra dinamica leggera LFWF. Il Modulo di deformazione  $E_{v2}$  deve risultare non inferiore a **140 N/mm<sup>2</sup>** con rapporto  $E_{v2}/E_{v1}$  inferiore a **2,15**.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto granulare su ciascun tronco omogeneo non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella 94.3.

Tabella 94.3 - Verifica prestazionale

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Strato finito (densità <i>in situ</i> )	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa

### Sagoma

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto dovrà eseguirsi con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 m nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota dovrà verificarsi la sagoma trasversale, prevedendo almeno 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%, purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

## **Art. 62. Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato base, di collegamento (Binder) e di usura**

### Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

### Materiali costituenti e loro qualificazione

#### Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido ed, eventualmente, da quello provenientedal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

Il bitume deve essere del tipo 50/70 e la Temperatura della miscela deve essere compresa tra 140° e 180°.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti che devono ricadere nei range della **tabella 94.4**

Tabella 94.4 - Composizione granulometrica e percentuale di legante totale miscela per accettazione			
UNI EN 13108-1:2006	Base	Binder	Usura
Temperatura della miscela	Da 140° a 180°C	Da 140° a 180°C	Da 140° a 180°C
Setaccio da 31,5 mm	100%	100%	-
Setaccio da 20 mm	76-100 %	76-100 %	-
Setaccio da 16 mm	63-95 %	70-100 %	100%



Setaccio da 12,5 mm	50-65 %	70-85 %	95-100 %
Setaccio da 8 mm	40-60 %	65-75 %	80-92 %
Setaccio da 4 mm	25-45 %	45-55 %	45-60 %
Setaccio da 2 mm	20-25 %	25-35 %	30-40 %
Setaccio da 1 mm	10-20 %	15-20 %	15-25 %
Setaccio da 0,500 mm 13,7%	8-15 %	8-15 %	10-12 %
Setaccio da 0,250 mm 10,9%	7-12 %	7-12 %	8-12 %
Setaccio da 0,063 mm 5,9%	3,8-8 %	6-7 %	7-8 %
Contenuto di legante solubile	3,4-4,5 %	4-5 %	4,5-5,5 %

### Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle 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 sottoposto a temperatura elevata (180°C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

### Aggregati

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi o riciclati. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati a progetto.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti indicati nella tabella 95.2.

Tabella 95.2 - Aggregato grosso. Strade urbane

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles <sup>1</sup>	UNI EN 1097-2	%	≤40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida <sup>1</sup>	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

<sup>1</sup> 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 basaltica o porfirica, con CLA  $\geq 43$ , pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) o artificiali (argilla espansa resistente o materiali simili, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (CLA  $\geq 50$ ) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego 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 di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 95.3.

Tabella 95.3 - Aggregato fine. Strade urbane

Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	%	$\geq 40$	$\geq 50$	$\geq 60$
Indice plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-	-
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	$\leq 25$	-	-
Passante allo 0,075	CNR B.U. n. 75/1980	%	-	$\leq 3$	$\leq 3$
Quantità di frantumato	CNR B.U. n. 109/1985	%	-	$\geq 40$	$\geq 50$

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura, il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10%, qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA  $\geq 42$ .

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella 95.4.

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	%		$\leq 5$	
Passante allo 0,18	CNR B.U. n. 23/1971	%		100	
Passante allo 0,075	CNR B.U. n. 75/1980	%		$\geq 80$	
Indice plasticità	UNICEN ISO/TS17892-12	-		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	□PA		$\geq 5$	

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Per *conglomerato riciclato* deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla 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 essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base:  $\leq 30\%$
- conglomerato per strato di collegamento:  $\leq 25\%$
- conglomerato per tappeto di usura:  $\leq 20\%$ .

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento e usura; per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori

### Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata da parte della direzione dei lavori la composizione della miscela proposta, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 5$  per lo strato di base e di  $\pm 3$  per gli strati di binder e usura. Sono ammessi scostamenti dell'aggregato fine (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in  $\pm 2$ ; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in  $\pm 1,5$ .

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25$ .

I parametri per l'accettazione devono ricadere nei range della tabella 94.4

Tabella 94.4 - Composizione granulometrica e percentuale di legante totale miscela per accettazione			
UNI EN 13108-1:2006	Base	Binder	Usura
Temperatura della miscela	Da 140° a 180°C	Da 140° a 180°C	Da 140° a 180°C
Setaccio da 31,5 mm	100%	100%	-
Setaccio da 20 mm	76-100 %	76-100 %	-
Setaccio da 16 mm	63-95 %	70-100 %	100%
Setaccio da 12,5 mm	50-65 %	70-85 %	95-100 %
Setaccio da 8 mm	40-60 %	65-75 %	80-92 %
Setaccio da 4 mm	25-45 %	45-55 %	45-60 %
Setaccio da 2 mm	20-25 %	25-35 %	30-40 %
Setaccio da 1 mm	10-20 %	15-20 %	15-25 %
Setaccio da 0,500 mm 13,7%	8-15 %	8-15 %	10-12 %
Setaccio da 0,250 mm 10,9%	7-12 %	7-12 %	8-12 %
Setaccio da 0,063 mm 5,9%	3,8-8 %	6-7 %	7-8 %
Contenuto di legante solubile	3,4-4,5 %	4-5 %	4,5-5,5 %

### Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di caratteristiche idonee, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

L'impianto deve, comunque, garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele 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 uniforme, fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

### Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso, è necessario preparare la superficie di stesa, allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà il nome, rispettivamente, di *mano di ancoraggio* e *mano d'attacco*.

Per *mano di ancoraggio* si intende un'emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica applicata con un dosaggio di bitume residuo pari ad almeno 1 kg/m<sup>2</sup>.

Per *mano d'attacco* si intende un'emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche e il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo)..

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati, e a produrre copia dello studio prestazionale rilasciato dal produttore.

### Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo disgranamenti e 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 ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica, per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato, si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio e asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati fra di loro di almeno 20 cm, e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza 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 vibranti e/o combinati, di peso idoneo e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La compattazione dovrà avvenire garantendo uniforme addensamento in ogni punto, in modo da evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità e di ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, deve 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 dei lavori la 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 deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppiostrato, la sovrapposizione degli strati deve essere realizzata nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati, deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

### Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in situ*.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni, uno dei quali viene utilizzato per i controlli presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. L'altro campione, invece, resta a disposizione 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 e la granulometria degli aggregati che devono rispettare i parametri della tabella 94.4.

Dopo la stesa, la direzione dei lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche e la verifica degli spessori.

Sulle carote devono essere determinati:

- Lo **spessore** dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto (vedi E-TR-R-03\_00), di oltre il 5%
- La **densità** (peso di volume) in sito, nel 95% dei prelievi, deve risultare non inferiore al 95% del valore DG (ovvero DM) risultante dallo studio della miscela
- La **percentuale dei vuoti residui** che dovranno essere compresi tra **4-7%** per lo strato Base, tra **4-6%** per lo strato di Binder e tra **3-6%** per lo strato di usura.

Per il tappeto di usura dovrà, inoltre, essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo skid tester, secondo la norma **CNR B.U. n. 105/1985**.

Il BPN (British Pendulum Number) deve risultare  $\geq 50$  per il tappeto di usura

## **Art. 63. Barriere stradali di sicurezza**

### Barriere di sicurezza in acciaio

#### Generalità

Si definiscono barriere stradali di sicurezza i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili.

Non possono essere aperte al traffico le strade per le quali non siano state realizzate le protezioni previste nel progetto approvato.

#### Conformità delle barriere e dei dispositivi

Ai fini della produzione e accettazione delle barriere di sicurezza e altri dispositivi, i materiali componenti devono avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti, inoltre, devono essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultantida una dichiarazione di conformità di produzione che, nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla ditta produttrice e sottoscritta dal suo direttore tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al certificato di omologazione.

L'attrezzatura posta in opera, inoltre, dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà, inoltre, essere resa una dichiarazione di conformità di installazione, nella quale il direttore tecnico dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel certificato di omologazione.

Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità e altro.

### Criteri di installazione

Secondo quanto indicato dalla Circolare esplicativa 62032 del 21/07/2010, il progetto ricade nel campo di applicazione della normativa in materia di barriere stradali.

Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h.

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante l'installazione di barriere, sono quelle 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 stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni e istruzioni e ai relativi aggiornamenti.

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, muri di sostegno, ecc.) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti.

Le barriere e i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Devono, inoltre, assicurare il contenimento dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche e integrazioni, e a norma delle disposizioni e istruzioni sopraelencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà, tra l'altro, le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale e i materiali da impiegare nel rispetto delle norme tecniche vigenti.

La direzione dei lavori potrà ordinare tutti gli accorgimenti esecutivi per assicurare un'adeguata collocazione 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 ancorati al 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 ancorate ai sostegni.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di 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'installazione di dispositivi rifrangenti del tipo omologato, aventi area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, disposti in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

### 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 sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna. La protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera, sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;

- lo spartitraffico (ove presente);
- il bordo stradale nelle sezioni in rilevato. La protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere simili);
- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc., e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportare pericolo per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc. Occorre proteggere i suddetti ostacoli e oggetti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione, e si trovino ad 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 rettilineo a livello di piano di campagna ( $V = 70$  km/h, TGM 1000);
- 10 m per strada in rettilineo e in rilevato con pendenza pari ad 1/4 ( $V = 110$  km/h, TGM 6000).

### Tipologie di barriere di sicurezza

Il presente progetto prevede l'utilizzo delle seguenti tipologie di barriere di sicurezza:

- Barriera spartitraffico centrale (New jersey in cls)
- Barriera bordo laterale lato mare (New jersey in cls)
- Barriera bordo laterale lato monte ( Acciaio)

## **BARRIERE DI SICUREZZA (NEW JERSEY IN CLS)**

### Caratteristiche tecniche

La barriera di sicurezza individuata per le installazioni in spartitraffico e bordo laterale lato mare sono rappresentate da una barriera monofilare in calcestruzzo mod. New Jersey (tipo ABESCA H120 FAST – H4b – W2 )

La suddetta barriera dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche e prestazionali:

CRASH TEST EN 1317-2	
LIVELLO DI CONTENIMENTO	H4b
LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA WN	W2 (0,8 m)



INTRUSIONE VEICOLO NORMALIZZATA VIN	VI7 (2,3 m)
DEFLESSIONE DINAMICA NORMALIZZATA DN	0,4 m
ASI	B
LUNGHEZZA MINIMA D'INSTALLAZIONE (Terminali esclusi)	72 m
<b>CARATTERISTICHE DISPOSITIVO</b>	
ALTEZZA DISPOSITIVO	120 cm
LARGHEZZA DISPOSITIVO	66 cm
DIMENSIONI ELEMENTO (l x b x h)	599 x 66 x 120 cm
PESO ELEMENTO	~ 4.900 kg
UTILIZZO	Spartitraffico/Bordo laterale
SUPPORTO INSTALLAZIONE	Pavimentazione stradale
BARRIERA ANCORATA	Si
TERMINALI ANCORATI	Si
CERTIFICAZIONE CE	Si

Il dispositivo di sicurezza stradale dovrà essere testato in conformità alla normativa europea EN1317-1/2:2010

Per ulteriori dettagli si rimanda alla consultazione degli elaborati progettuali dedicati.

### Criteri di funzionamento

La barriera di sicurezza monofilare in calcestruzzo è stata progettata come protezione per spartitraffico, ma può essere usata, come protezione del bordo laterale della strada, purché sia posta nelle stesse condizioni di prova con cui è stata testata (supporto e larghezza di lavoro).

La barriera di sicurezza stradale è costituita da un elemento a profilo simmetrico della lunghezza di 5,99 m prefabbricato in calcestruzzo.

L'elemento è appoggiato sulla pavimentazione stradale ed ancorato ad essa mediante n°6 «chiodi» simmetrici che in caso d'impatto di un veicolo, riducono lo spostamento che la barriera avrebbe se resistesse solo con la sua massa e con l'attrito sull'appoggio, "frenando" il movimento impresso dall'urto

Per maggiore dettagli si rimanda alla consultazione delle tavole grafiche dedicate

### Materiali

Il dispositivo dovrà soddisfare le seguenti idoneità della forniture dei materiali della barriera. Le specifiche dei materiali dei componenti del sistema di ritenuta stradale sono riportate nei disegni del dispositivo e nel presente documento.

<b>CALCESTRUZZO</b>	
CLASSE DI RESISTENZA	C40/50
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC4 – XD3 – XF4
CEMENTO	UNI EN 197/1

La classe di resistenza del tipo di calcestruzzo utilizzato dovrà avere almeno la seguente classificazione secondo la normativa UNI EN206-1:

- Classe di resistenza a compressione: C40/50
- Spessore del copriferro: 4,0 cm

<b>ARMATURA</b>	
GABBIA RIGIDA	ACCIAIO B450C

Le barre di armatura di acciaio ad aderenza migliorata del tipo B450C dovranno rispondere ai requisiti riportati al paragrafo 11.3.2.1 delle Norme Tecniche del D.M. 17.01.2018.

<b>COLLEGAMENTI</b>	
ELEMENTO DI GIUNZIONE	ELEMENTO FAST - S355JR
ANCORAGGIO MODULI	CHIODO M24 - S235JR PIASTRA 70x85x10 mm S355JR

La durabilità degli elementi di giunzione e dei chiodi di collegamento dovrà essere garantita mediante zincatura a caldo secondo le normative ISO 1461 e UNI EN ISO 10684

### Smaltimento e riciclaggio

Gli elementi in calcestruzzo sono costituiti da materiali da costruzione standard e pertanto dovranno essere completamente riciclabili, non dovranno contenere sostanze inquinanti o tossiche dannose per l'ambiente o sostanze da monitorare. Il riciclaggio o lo smaltimento delle singole parti degli elementi in calcestruzzo dovrà essere conforme alle linee guida nazionali.

### Etichettatura

La barriera fornita e posata in opera dovrà, in accordo con la normativa europea EN1317-5:2012, essere accompagnata dalla seguente documentazione:

- La certificazione di conformità di prodotto CE
- La dichiarazione di prestazione DOP
- L'etichetta per l'identificazione e la tracciabilità della barriera

### Lunghezza di installazione minima

La lunghezza minima di installazione della barriera corrisponde alla lunghezza di montaggio (72 m) verificata durante il crash test secondo la normativa EN1317 al quale si rimanda per ulteriori dettagli tecnici

Nel caso in cui non sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella testata, è possibile raggiungere l'estensione minima attraverso opportuni collegamenti a un dispositivo di pari classe (o al più di una classe inferiore H3), "sistema misto" che permetta al sistema complessivo di raggiungere la lunghezza minima di installazione. Le prestazioni complete del sistema possono essere garantite dopo 1/3 della lunghezza di test

## CONFIGURAZIONI DI INSTALLAZIONE

### Pendenza trasversale

Fermo restando eventuali limiti previsti dalle norme nazionali per la costruzione di strade per le pendenze della piattaforma stradale e dei suoi elementi costruttivi, la pendenza trasversale massima per garantirne il corretto funzionamento della barriera di sicurezza in caso d'urto, non deve essere superiore al valore del 10%, rispetto all'orizzontale.

Installazione in curva

Il raggio minimo di curvatura della piattaforma stradale per l'installazione della barriera con elementi di lunghezza 5,99 m è di minimo 100 m.

In caso la lunghezza dell'elemento del dispositivo non fosse adatta per realizzare una curva con raggio di curvatura stretto, in un progetto specifico, è possibile utilizzare una lunghezza dell'elemento inferiore per ottenere il raggio più stretto richiesto.

SEQUENZA E DESCRIZIONE OPERAZIONI DI INSTALLAZIONE

Si avrà cura di iniziare i lavori dall' inizio del tratto da proteggere per avanzare verso la sua fine con i veicoli di trasporto elementi posti a lato della posizione definitiva della protezione.

Preparazione del supporto del dispositivo

Particolare attenzione verrà posta riguardo alla pulizia delle superfici su cui la barriera verrà appoggiata.

Se non possono essere rispettate le tolleranze di livello nel disegno, è necessario adottare misure per regolare l'irregolarità del manto stradale.

Tali misure devono essere utilizzate solo puntualmente e non per compensare la superficie irregolare del terreno su una vasta area.

Per piccole irregolarità si possono utilizzare cunei in plastica o elementi spessoranti fino ad uno spessore di 2 cm.

Installazione elementi

La sequenza temporale delle operazioni di cantiere, trascurando eventuali lavorazioni non specifiche della barriera in esame quali la rimozione di barriera esistente, e/o l'eventuale ripavimentazione del supporto, sarà indicativamente la seguente:

- Tracciamento di una o più linee o tesatura di idonei fili per l'allineamento degli elementi.
- Scarico e posizionamento, secondo i fili prestabiliti, dei moduli in calcestruzzo, sulle superfici pulite da ogni residuo o sporcizia; il sollevamento deve avvenire utilizzando gli appositi fori e/o chiodi di presa presenti nei manufatti, in modo da solleccarli nel modo previsto.
- Controllo della posizione ed allineamento orizzontale e verticale degli elementi. L'offset verticale tra i moduli non deve essere superiore a 1 cm.
- Inserimento dell'elemento di collegamento FAST tra i moduli.
- Infissione dei chiodi per ancoraggio dispositivo
- Pulizia da eventuali residui di imballaggio o altri materiali dall'area di cantiere

Collegamento degli elementi

Particolare attenzione verrà posta nel collegamento dei manicotti e del kit al piede.

Infissione chiodi di ancoraggio

Per l'infissione dei chiodi di ancoraggio occorre predisporre uno strumento che coadiuvi le azioni di infissione, mediante dispositivo dotato di una testa per la battitura, che permetta di spingere la testa tonda del chiodo nella pavimentazione

Sollevamento chiodi di ancoraggio

Il sollevamento dei chiodi di ancoraggio è molto semplice grazie alla particolare forma della testa del chiodo che ne permette il facile aggancio mediante cuneo di sollevamento, fasce, catene o elementi idraulici.

#### Manutenzione chiodi di ancoraggio

Il rivestimento dei chiodi di ancoraggio realizzato mediante zincatura a caldo secondo la normativa ISO1461eUNIENISO10684. garantisce una durabilità di almeno 20-25 anni in condizione di contatto con agenti atmosferici.

Le prove di corrosione accelerata (Report n°103 – AISICO) effettuate sui chiodi hanno dimostrato una efficace resistenza dei chiodi di ancoraggio ai fenomeni corrosivi in ambienti particolarmente aggressivi.

Infiggendo i chiodi nella pavimentazione e quindi a diretto contatto con il terreno, si impedisce agli elementi di ancoraggio di entrare in contatto con agenti esterni che potrebbero innescare reazione di ossidazione e perdita di prestazione meccanica nel tempo.

In base alle valutazioni tecniche e ai risultati delle prove di laboratorio effettuate si raccomanda un controllo a campione sui chiodi di ancoraggio minimo ogni 10 anni.

Il controllo può essere effettuato mediante estrazione dei chiodi di ancoraggio tramite pistone idraulico ed estrattore a cuneo oppure attraverso fasce o catene

#### Sistemazione dei terminali

La barriera è dotata di due terminali standard anche essi ancorati mediante chiodi alla pavimentazione collegati fra loro sempre tramite elemento di collegamento. Essi andranno sistemati e collegati con gli elementi correnti.

#### Verifica della conformità di installazione

Il tecnico responsabile della installazione, mediante gli strumenti di misura necessari in suo possesso, controllerà, prima dell'inizio delle operazioni di assemblaggio, durante il lavoro ed alla sua conclusione, i seguenti aspetti:

- Allineamento longitudinale e verticale degli elementi della barriera di sicurezza.
- Lunghezza di installazione e allineamento in funzione dell'andamento piano/altimetrico della strada e delle disposizioni progettuali.
- Controllo corretto posizionamento elementi di collegamento dei moduli.
- Controllo corretto posizionamento dei chiodi di ancoraggio.
- Rimozione dei detriti e materiale di lavoro e pulizia area cantiere.
- Controllo e rispetto di tutte le norme di sicurezza applicabili.

#### Smontaggio e sostituzione barriera

In generale, per lo smontaggio o la sostituzione degli elementi della barriera, si può procedere in ordine inverso rispetto al processo di installazione. Se a seguito di un urto di un veicolo, si deve provvedere al riallineamento dell'elemento o degli elementi spostati, l'operazione consiste nelle seguenti operazioni:

- Sollevamento degli elementi di collegamento tra i moduli.
- Sollevamento dei chiodi di ancoraggio mediante cuneo e successivo utilizzo di fasce, catene o cuneo di sollevamento

- Spostamento con gru e sistemi di sollevamento dell'elemento e riposizionamento.
- Inserimento degli elementi di collegamento tra i moduli.
- Infissione chiodi di ancoraggio.

In caso di riparazioni o sostituzioni, il supporto del dispositivo deve essere controllato ed eventualmente ripristinato secondo le condizioni iniziali d'installazione

### **BARRIERE DI SICUREZZA (ACCIAIO)**

La barriera di sicurezza individuata per le installazione bordo laterale lato monte sono rappresentate da una barriera in acciaio tipo bordo ponte

Le barriere stradali di sicurezza dovranno essere marcate CE e dotate di appositi rapporti di prova effettuati secondo le norme EN1317, da Centri di prova certificati in Qualità ISO 17025 e dovranno essere installate su corpo stradale in rilevato o in scavo, con caratteristiche prestazionali minime corrispondenti a quelle della classe (livello di contenimento) H4b, conformi al D.M. 18/02/92 n.223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), a nastro e paletti, con le seguenti richieste di equivalenza:

- -appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) H4b;
- -larghezza operativa W1 (UNI EN 1317-2)
- -altezza massima nastro minore o uguale a 89 cm
- -simmetria strutturale del dispositivo rispetto alla direzione di marcia:
- -larghezza massima del dispositivo minore o uguale a 50 cm;
- Gli elementi delle barriere dovranno essere costituiti da acciaio zincato S235JR / S355JR EN ISO 1461

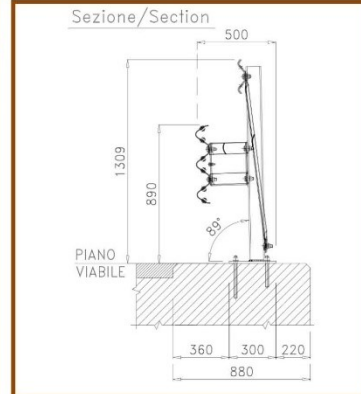
Le giunzioni tra le fasce saranno effettuate in modo da non presentare risalti rivolti in senso contrario alla marcia dei veicoli; la barriera dovrà essere identificabile con la punzonatura a secco di ogni singolo elemento, con il nome del produttore, la classe d'appartenenza e la relativa sigla (tipo e numero progressivo). Saranno compresi altresì anche i dispositivi rifrangenti, ogni accessorio, pezzo speciale.

La suddetta barriera dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche e prestazionali:

*	<b>Scheda tecnica barriera di sicurezza stradale H4bBP700 (L4b)</b> <b>[Road safety barrier technical sheet H4bBP700 (L4b)]</b>
---	--

**DATI GENERALI (GENERAL DATA)**

Estensione minima consigliata (Minimum recommended extension)	72 <sup>(1)</sup>	m
Interasse pali (Wheelbase interaxis)	1.200	mm
Ingombro trasversale (Transversal dimensions)	641	mm
Altezza fuori terra (Height above ground)	2.895	mm
Profondità di infissione pali (Depth of piling)	0	mm
Peso unitario (Unit weight)	--- (2)	Kg/m


**PRESTAZIONI (PERFORMANCES)**

Classe (Class)	H4b / L4b
Livello di contenimento - "Lc" - (Level of containment - "Lc" -)	724,6 kJ
Livello di severità dell'urto - "ASI" - (Severity level of the impact - "ASI" -)	B (1.10)
Velocità teorica dell'urto - "THIV" - (Theoretical speed of impact - "THIV" -)	33 Km/h
Decelerazione post-urto della testa - "PHD" - (Post-impact deceleration of the head - "PHD" -)	-- --



Larghezza operativa normalizzata (W <sub>N</sub> ) – W2 [Normalized working width (W <sub>N</sub> )] – W2	Veicolo leggero (Light vehicle) TB11	Veicolo leggero (Light vehicle) TB32	Veicolo pesante (Heavy vehicle) TB81	<b>GARATTERISTICHE CORDOLO PROVA (FEATURES OF TESTED CURB)</b> Calcestruzzo: C32/40 (Concrete: C32/40) Acciaio di armatura: B450C - armatura rada (Reinforcement steel: B450C - sparse reinforcement) Altezza: >1000 mm (Height: >1000 mm) Larghezza: 880 mm (Width: 880 mm)
	0,5 m	0,6 m	0,80 m	
Deflessione dinamica normalizzata (D <sub>N</sub> ) [Dynamic normalized deflection (D <sub>N</sub> )]	Veicolo leggero (Light vehicle) TB11	Veicolo leggero (Light vehicle) TB32	Veicolo pesante (Heavy vehicle) TB81	
	0,2 m	0,3 m	0,40 m	
Intrusione normalizzata del veicolo (V <sub>N</sub> ) – VI3 [Normalized vehicle intrusion (V <sub>N</sub> )] – VI3	Veicolo leggero (Light vehicle) TB11	Veicolo leggero (Light vehicle) TB32	Veicolo pesante (Light vehicle) TB81	
	--	--	1,0 m	

AZIONI TRASMESSE AL CORDOLO: (ACTIONS TRANSMITTED TO THE CURB:)

Momento: 25,8 kNm (Moment: 25,8 kNm) Taglio: 18,7 kN (Shear stress: 18,7 kN)

Trazione sui due tirafondi anteriori: 110,3 kN (Traction on two frontal anchor bolts: 110,3 kN)

**ESTREMI RAPPORTI DI PROVA (EXTREME TEST REPORTS)**

N° Report	Centro Prove (Test center)	Data report (Date report)	Veicolo (Vehicle)	Massa (kg) [Mass (kg)]	Velocità (km/h) [Speed (km/h)]	Angolo di impatto (Impact angle)
1650 (TB11)	ALSICO	05/11/2018	Fiat Uno Serie 2	863,3	100,0	20,1
1651 (TB32)	ALSICO	05/11/2018	Auto Volvo V40	1.175,7	110,1	20,1
1649 (TB81)	ALSICO	05/11/2018	Truck SCANIA 124 L	37.025	65,1	20,1

**CERTIFICAZIONI E NORME DI RIFERIMENTO (CERTIFICATIONS AND REFERENCE STANDARDS)**

Certificato di costanza della prestazione: 2003-CPR-1161 del 07/08/2018 (Certificate of constancy of performance: 2003-CPR-1155 del 07/08/2018)	Zincatura: EN ISO 1461 (Galvanization: EN ISO 1461)
Progettazione e prova barriere: UNI EN 1317-1/2/3/4/5 (Design and test barriers: UNI EN 1317-1/2/3/4/5)	

 (1) Inclusi moduli di inizio e fine tratta (9.6+52.8+9.6)  
[Including start and end lines (9.6+52.8+9.6)]

 (2) Peso unitario modulo centrale  
(Unit weight central module)

 \*dispositivo dotato di moduli di inizio e fine tratta del tipo con diagonali a vista  
(device equipped with start and end modules of the type with visible diagonals)

 \*\*dispositivo dotato di moduli di inizio e fine tratta del tipo con nastri digradanti a terra  
(device equipped with start and end modules of the type with sloping strips on the ground)

 \*\*\*dispositivo del tipo con distacco dei paletti dai nastri  
(device of the type with separation of the poles from the tapes)

### Installazione

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e, cioè, da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico 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 sopraelevate, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste del D.M. 17 gennaio 2018.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene agli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 17 gennaio 2018.

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio, in un solo pezzo opportunamente sagomato, e avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere. I sostegni saranno di norma alloggiati, per la profondità occorrente, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre da parte della stessa impresa, sulle opere d'arte, e fissati con adeguata malta, secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della direzione dei lavori. I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla direzione dei lavori; 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 altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiori a 45 mm e dallo spessore non 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 360 e assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni), dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

## **Art. 64. Opere d'arte stradali**

### Caditoie stradali

#### Generalità

Per *caditoie stradali* si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superfici scolanti opportunamente sagomate.

Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, e dotate 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 diraccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.

La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principalitipi sono: - 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 degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).

Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 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 coronamento nei seguenti 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, chesi estendono 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 veicoli;
- 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.

#### Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124**.

Potranno essere realizzati, mediante associazione dei pezzi idonei, pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 cm · 45 cm e di 45 cm · 60 cm per i pozzetti sifonati. Il tubodi scarico deve avere un diametro interno minimo di 150 mm.

I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti. L'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> d'impasto. La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a una quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.



Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

### Materiali

Il punto 6.1.1 della norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di 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. Il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito, tramite accordo fra direzione dei lavori e 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, solo previo 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**.

Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire un'adeguata resistenza all'abrasione.

### Marcatura

Secondo il punto 9 della norma **UNI EN 124**, tutti i coperchi, le griglie e i telai devono riportare unamarcatura 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**.

### Caratteristiche costruttive

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

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

minimad'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della norma **UNI EN 124**.

### Aperture di aerazione

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni in linea con il tipo di classe di impiego.

### Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

### Profondità di incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità di incastro di almeno 50 mm. Tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio (o griglia) è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

### Sedi

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata, in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti, rotazioni ed emissione di rumore. A tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

### Protezione spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe compresa tra A 15 e D 400, devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello 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 chiusura delle classi comprese tra E 600 e F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

### Fessure

Le fessure, per le classi comprese tra A 15 e B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della norma **UNI EN 124**, e al prospetto V della citata norma per le classi comprese tra C 250 e F 900.

### Cestelli e secchi scorificatori

Gli eventuali cestelli di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile 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.

Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi comprese tra D 400 e F 900 dovrà essere piana, con tolleranza dell'1%.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdruciolevoli e libere da acque superficiali.

Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

Dispositivi di chiusura e di coronamento

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, e i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cestri per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata. Verrà, quindi, steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tal fine necessario, non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm. Qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria e opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto 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 quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà, quindi, alla stesura del nuovo 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 trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Camerette d'ispezioneUbicazione

Le camerette di ispezione devono essere localizzate come previsto dal progetto esecutivo, e, in generale, in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza. In particolare, devono essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

Caratteristiche costruttive

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici e a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei pozzetti.

I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 100 cm. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 60 cm.

#### Dispositivi di chiusura e di coronamento

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma **UNI EN 124**.

Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non 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 (chiusini ventilati).

#### Gradini d'accesso

Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al cammino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare, le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm.

Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice), questi devono essere conformi alle norme **DIN 19555** e avere diametro minimo di 20 mm, e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa resistere ad un carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo. Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti 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 3240 N.

Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

#### Pozzetti prefabbricati

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in cemento armato, PRFV, ghisa, PVC, PEad, ecc.

Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto il chiusino, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), e da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali

plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento. In ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

### Pozzetti realizzati in opera

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato.

Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 kg per m<sup>3</sup> di impasto per il fondo e a 300 kg per m<sup>3</sup> per i muri perimetrali. Per le solette si impiegherà, invece, cemento tipo CEM II R. 425, nel tenore di 300 kg per m<sup>3</sup>. In tal caso, sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.

La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico. In presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio, e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati. I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a 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 spessore minimo di 20 cm e un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

### Collegamento del pozzetto alla rete

L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto. A tal fine devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a bicchiere o incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica. I due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto – in entrata e in uscita – devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

### 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 dislivelli superiori sarà opportuno verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione.

Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte, soprattutto quando la corrente risulti molto veloce. Qualora necessario, si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto, per 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° rispetto all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

#### Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)

Nei tratti di fognatura ove la velocità risulti molto bassa e dove possono essere presenti acque ricche di solidi sedimentabili, devono prevedersi pozzetti di lavaggio (o di cacciata), con l'obiettivo di produrre, ad intervalli regolari, una portata con elevata velocità, eliminando, così, le eventuali sedimentazioni e possibili ostruzioni.

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 portate medie non dovrà di norma essere inferiore ai 50 cm/s. Quando ciò non si potesse realizzare, devono essere interposti in rete adeguati sistemi di lavaggio. La velocità relativa alle portate di punta non dovrà di norma essere superiore ai 4 m/s.

Per le fognature bianche la stessa circolare dispone che la velocità massima non dovrà di norma superare i 5 m/s.

A tal fine, in entrambi i casi, dovrà assicurarsi in tutti tratti della rete una velocità non inferiore a 50 cm/s.

#### Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

#### Tubazioni

##### Tubazioni in cemento armato vibrato

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, benstagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:  $R_{ck} \geq 25$  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 sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiacati; il conglomerato per la platea ed i rinfiacchi sarà del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento.

##### Tubazioni in PVC rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2, SDR 51, SN4, 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 fondo sarà predisposto materiale fino di allettamento. Qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con  $R_{ck} \geq 25$  MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile e indelebile, il

nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

### Pozzetti e chiusini

I pozzetti e i chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, e avere 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 osimilari, il 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.

### Canalette

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e 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<sup>2</sup>, e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305g/m<sup>2</sup> per faccia.

### Canalette ad embrici

Le canalette ad embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck}$ , 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 elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo che il piano di impostazione di ciascun 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'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio infissi nel terreno.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loroslittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare

deflusso.

### Cunette

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.

### Cunicoli

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m<sup>2</sup>, potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata, nonché per tutte le 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, quali:

- l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se è il caso integrate da provvisorie puntellature intermedie;
- il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio, con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche;
- l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiera metalliche;
- l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiature meccaniche e, in genere, qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.

### Rivestimento per cunette e fossi di guardia

#### 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<sup>2</sup>.

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni tipo di progetto, lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza piall. I giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m<sup>3</sup> di cemento.

Dovranno, infine, essere posti in opera su letto di materiale arido, perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

#### Conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio e cemento CEM II con  $R_{ck} \geq 30$  MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, nonché la formazione di giunti.



### Muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m<sup>3</sup> 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 costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

### Cordonature

Le cordonature per la delimitazione dei marciapiedi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, in elementi di lunghezza 60÷100 m, di forma prismatica e della sezione indicata nel progetto esecutivo. Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature. Dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite. Lo spigolo della cordonatura verso la strada deve essere arrotondato e/o smussato.

I cordoli possono essere realizzati direttamente in opera, mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica, e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con  $R_{ck} = 30$  MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché dalle certificazioni attestanti le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di quattro provini. Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Gli elementi devono essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento, che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura. Il piano superiore presenterà una pendenza del 2% verso l'esterno.

**Art. 65. Impianti elettrici in generale**Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici

Dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia, ove queste, per detti materiali e apparecchi, risultassero pubblicate e corrispondessero alle specifiche prescrizioni progettuali.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente (**ENEC-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 sistemielettrici con tensione nominale sino a 1kV);*

**CEI 20-19** – *Cavi isolati con gomma con tensione nominale U<sub>o</sub>/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 dellafiamma 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 gastossici e corrosivi. Parte 1: tensione nominale U<sub>o</sub>/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.*

Oneri specifici per l'appaltatore

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e, ove possibile, campioni di almeno tre marche di ognicomponente dell'impianto, per consentire la scelta al direttore dei lavori.

Per i corpi illuminanti, l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.

Eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali dovranno essere segnalate al direttore dei lavori.

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 problemi di interpretazione degli elaborati progettuali.

Al termine dell'esecuzione degli impianti, l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato

diconformità come previsto dal D.M. n. 37/2008.

## **Art. 66. Cavidotti**

### 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.

### Posa direttamente nel terreno

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza. Tale protezione non è richiesta per i cavi 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 durante la posa in opera e il successivo riempimento.

### Posa entro tubazione interrata

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere 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 da normali attrezzi da scavo, non è richiesta una profondità minima di collocazione.

### Posa in condotti o cunicoli interrati

In caso di condotti o cunicoli interrati non è richiesta alcuna profondità minima di collocazione.

### Distanze di rispetto dei cavi interrati

Le distanze di rispetto dei cavi interrati da altri cavi, tubazioni e strutture metalliche di altri servizi, devono rispettare particolari distanze minime.

### 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 dovrà essere protetto per almeno 100 cm. La protezione, realizzata in tubo o canaletta in acciaio inossidabile o zincato, dovrà avere uno spessore di almeno 2 mm. Per distanze inferiori a 30 cm dovrà essere realizzata la protezione anche per il tubo inferiore. Nel caso di cavi paralleli, dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm.

### 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 ridotta a 30 cm qualora il cavo venga interposto con un elemento separatore non metallico o altro materiale isolante.

Deve essere rispettata la distanza minima di 100 cm delle connessioni dall'intersezione tra le due tubazioni.

Nel caso di cavi paralleli dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm. Il punto 4.3.02 b della norma **CEI 11-17**, adottando particolari accorgimenti, consente distanze inferiori.

#### Distanza da serbatoi contenenti fluidi infiammabili

In presenza di serbatoi interrati contenenti fluidi infiammabili, i cavi direttamente interrati devono distare almeno 10 cm dalle superfici esterne dei serbatoi.

#### Distanza da gasdotti

Per le distanze da gasdotti valgono le stesse considerazioni per le tubazioni metalliche.

#### 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 mediante l'impiego di un tagliASFALTO munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm, e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio 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 sezione circolare, con diametro esterno di ..... mm, peso ..... g/m, per il passaggio dei cavi elettrici. Le giunzioni fra 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'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno o a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,50 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo e assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
- formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica. Il calcestruzzo sarà superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dalla direzione dei lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici. L'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 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 difese dalle varie eventuali sollecitazioni con opere adatte. Le derivazioni dovranno essere eseguite all'interno di appositi pozzetti.

### **Art. 67. Pozzetti**

#### Generalità

I pozzetti dovranno essere collocati in corrispondenza delle derivazioni, dei punti luminosi e

dei cambi di direzione.

I chiusini dei pozzetti devono essere di tipo carrabile quando sono realizzati lungo strade o passi carrai.

### Raggi di curvatura

Il raggio minimo di curvatura dei cavi privi di rivestimento metallico dovrà essere non inferiore a dodici volte il diametro esterno del cavo. Per i cavi con rivestimento metallico il raggio dovrà essere almeno quattordici volte il diametro.

### 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 impasto, con 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; sigillature 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 traffico incontrollato, luce netta 50 cm · 50 cm, peso 90 kg circa, con scritta "Illuminazione pubblica" sul coperchio;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati.

### Pozzetto prefabbricato interrato

È previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati e interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile.

Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

## **Art. 68. Blocchi di fondazioni. Pali di sostegno**

### Blocchi di fondazione dei pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nei disegni progettuali. Dovranno, inoltre, essere rispettate le seguenti 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 impasto;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di .... mm per il passaggio dei cavi;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata;
- sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso.

Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino

del suolo pubblico.

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

### 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 modo che 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, secondo la norma **UNI EN 10025**, a sezione circolare e forma conica (forma A2, norma **UNI EN 40-2**) saldati longitudinalmente secondo la norma **CNR UNI 10011**.

Tutte le caratteristiche dimensionali e i particolari costruttivi sono indicati nei disegni progettuali. In corrispondenza del punto di incastro del palo, nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

Per il fissaggio dei bracci o dei cordoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120°, con dadi riportati in acciaio inox M10 · 1 saldati prima della zincatura.

Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm e a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei cordoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio inox M10 · 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio inox del tipo X12 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, posizionato con il 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 con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo, e collocata dalla parte opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare del direttore dei lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33, secondo norma **CEI 70-1**. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico, che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e cordoli) è richiesta la 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, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile, serie pesante, diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni particolari. Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere 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.

### **Art. 69. Linee per energia elettrica. Linee per energia elettrica**

L'appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia. Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:

- cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm<sup>2</sup>: cavo 1 · a UG5R-0,6/1 kV;
- cavi unipolari con guaina con sezione superiore a 6 mm<sup>2</sup>: cavo 1 · a RG5R-0,6/i kV;
- cavi bipolari della sezione di 2,5 mm<sup>2</sup>: 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 planimetrica, il percorso, la sezione e il numero dei conduttori.

L'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato negli elaborati progettuali, salvo eventuali, diverse prescrizioni della direzione dei lavori.

Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrata, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali. In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di 2,5 mm<sup>2</sup>. I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 mm<sup>2</sup>.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. È consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R, bianco fase S, verde fase T, blu chiaro per il neutro).

I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante.

### **Art. 70. Cassette, giunzioni, derivazioni, guaine isolanti**

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm<sup>2</sup>, sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II, tipo SGVP, collocata nell'alloggiamento e con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata e al neutro, escludendo le restanti due fasi. Per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto, altresì, un sezionamento dell'intera linea, facendo transitare le tre fasi e il neutro in una cassetta di 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 muffole tipo ..... o similare. Dette muffole dovranno essere posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato, che dovrà avere rigidità dielettrica ~ 10 kV/mm. Il tipo di guaina isolante dovrà, comunque, essere approvato dal direttore dei lavori.

## Art. 71. Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione

### 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 seguenti 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 essere cablati a cura del costruttore degli stessi, e dovranno, pertanto, essere forniti e dotati di lampade e ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori e accenditori) della stessa casa costruttrice, in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

### Requisiti per la prevenzione dell'inquinamento luminoso

Gli apparecchi di illuminazione dovranno presentare caratteristiche per la prevenzione dell'inquinamento 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 superiore (cioè con  $\alpha \geq 90^\circ$ ) non superiore allo 0% del flusso totale emesso.

Apparecchi di illuminazione con valori superiori di emissione verso l'alto sino al massimo del 3% del flusso luminoso totale emesso potranno essere installati, previa preventiva autorizzazione e a seguito di reali necessità impiantistiche.

## Art. 72. Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione

L'appaltatore provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna indicato dal progetto, di un contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro delle seguenti



dimensioni approssimative:

- larghezza 70-75 cm;
- altezza da terra 140-150 cm;
- profondità 30-40 cm con grado di protezione interna minimo di 1P 54 (norma **CEI 70-1**).

Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate, di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installato dall'ente distributore. La relativa serratura di chiusura dovrà essere installata dall'ente medesimo, previo accordo con gli organismi territoriali competenti. Il contenitore dovrà appoggiare su un apposito zoccolo in calcestruzzo prefabbricato o realizzato in opera, che consenta l'ingresso dei cavi sia del distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono, altresì, a cura dell'appaltatore, le opere murarie e di scavo per l'ingresso nel contenitore dei cavi dell'ente distributore.

Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento e di protezione, così come definite nello schema unifilare indicato nel disegno progettuale. L'apertura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura.

Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in classe II, così come il resto 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 crepuscolare fotoelettrico adatto all'installazione esterna, in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici, con le seguenti caratteristiche:

- classe di isolamento II;
- grado: IP 54;
- valore di intervento: 10 + 2 lux;
- carico massimo alimentare: 5A.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto.

Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute e il relativo quadro dovranno, comunque, avere la preventiva approvazione del direttore dei lavori.

### **Art. 73. Impianto di terra. Dispensori**

L'impianto non prevede la messa a terra degli apparecchi di illuminazione e delle altre parti metalliche, in quanto tutto il sistema sarà realizzato con doppio isolamento (classe II). Qualora, per particolari esigenze, venissero impiegati apparecchi di illuminazione sprovvisti di isolamento in classe II, oppure sia necessario 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 inferiore ai 16 mm<sup>2</sup>, e i conduttori di terra e di protezione avranno guaina di colore giallo-verde e saranno di tipo H07 V.

La linea dorsale sarà collegata al dispersore unico mediante conduttore isolato, della sezione minima di 16 mm<sup>2</sup> 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 protezione contro 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 carreggiabile, in resina rinforzata, e dovranno tutti essere collegati fra di loro.

Sia i dispersori a puntazza che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla direzione dei lavori.

## CAPITOLO 8 – OPERE DA FABBRO

Oltre alle forniture ed opere specifiche per la realizzazione della piazza e delle aree a verde, quali florovivaismo, pavimentazioni, opere edili, etc. l'appalto comprende anche forniture ed opere appartenenti ad altre categorie di lavori, quali fabbro

### **Art. 74. Balaustre**

Rampe, scale e muretti, qualora presentino dislivelli verso il basso pari o maggiori di 50 cm, saranno dotati di corrimano e parapetti in ferro da costruire su misura e su disegno secondo le indicazioni presenti negli elaborati grafici.

In particolare i corrimani saranno realizzati in scatolare INOX 40x40 mm-sp. 4 mm con profilati a sezione quadrata 20x20 mm. con Ral a scelta da sottoporre al giudizio della D.L.

I manufatti previsti da progetto saranno realizzati nel rispetto di tutte le normative vigenti in materia di sicurezza di cui i principali sono di seguito elencati:

- *Reg. (EU) 305/2011*
- *D.M. 14/01/2008 (NTC)*
- *Costruzione di Cancelli (UNI EN 13241),*
- *Parapetti Balaustre e Ringhiere dalla UNI 10805-alla UNI 10809,*
- *Carpenteria metallica UNI EN 1090-2*

## CAPITOLO 9 – ARREDO E OPERE DI COMPLETAMENTO

### **Art. 75. Arredo urbano - Generalità**

Le caratteristiche tecniche e prestazionali degli articoli selezionati dovranno essere conformi alle specifiche e agli standard prescritti dal presente Capitolato.

Ogni singolo bene deve essere corredato dalle relative istruzioni, se previste, per un uso corretto e in condizioni di sicurezza. L'articolo e il relativo confezionamento devono essere realizzati nel rispetto delle norme italiane e comunitarie applicabili, con l'uso di materie prime non nocive e devono, comunque, avere forme e finiture tali da non arrecare danni all'utilizzatore finale. Tutti i singoli beni forniti dovranno essere contenuti in confezione originale.

Eventuali successivi aggiornamenti normativi relativi alle caratteristiche tecnico-prestazionali dovranno essere considerati come sostitutivi di quelli attualmente presenti nel Capitolato.

L'Impresa dovrà garantire la conformità dei beni oggetto di fornitura alle normative UNI, CEI o ad altre disposizioni internazionali riconosciute e, in generale, alle vigenti norme legislative, regolamentari e tecniche disciplinanti i componenti e le modalità di impiego dei beni medesimi ai fini della sicurezza degli utilizzatori.

La forma dei prodotti dovrà essere tale da evitare rischi di danno agli utilizzatori; gli elementi di sostegno non dovranno essere posti laddove possano provocare restrizioni ai movimenti. Al fine di ridurre il rischio di infortuni alla persona o danni all'abbigliamento dovranno essere rispettati i seguenti requisiti:

- tutte le parti con le quali si possa venire in contatto, nelle condizioni di uso normale, dovranno essere progettate in modo da evitare lesioni personali e/o danni agli indumenti; in particolare, le parti accessibili non dovranno avere superfici grezze, bave o bordi taglienti, gli spigoli e gli angoli di tutti i componenti dei mobili con i quali l'utilizzatore può venire a contatto dovranno essere arrotondati con raggio minimo di 2 mm;
- eventuali fori dovranno avere diametro minore o uguale a 6 mm oppure maggiore o uguale a 25 mm;
- in qualsiasi struttura non dovranno essere presenti parti o meccanismi che possano causare l'intrappolamento delle dita;
- le parti terminali delle gambe e dei componenti costituiti da profilati metallici dovranno essere chiusi;
- tutte le parti componenti non devono essere staccabili se non con l'uso di apposito attrezzo;
- eventuali parti lubrificate devono essere protette;
- elementi estraibili devono essere dotati di finecorsa in apertura, con l'esclusione di quelle parti di cui è prevista l'asportazione dal mobile.

### **Art. 76. Conformità dei beni riciclati e CAM**

Il Fornitore dovrà indicare che se il prodotto offerto è un bene riciclato, dovrà essere dotato di etichetta ambientale e dovrà riportare la conformità ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) previsti dal Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare.

Qualora il bene sia riciclato, il fornitore dovrà essere in grado di fornire all'Amministrazione, dietro esplicita richiesta, tutta la relativa documentazione comprovante quanto dichiarato.

### **Art. 77. Cestino tipo SABAUDO di ALUHABITAT**

Fornitura e posa di cestino tipo "SABAUDO" interamente costruito mediante fusione di lega di alluminio (Al Si 13 UNI 4514-60), caratterizzato da una forma ogivale.

Dimensioni: 534x500x1045mm.

Per ottimizzare l'igiene e garantire flessibilità di posizionamento con limitata esposizione alla pioggia, il cestino presenta una doppia apertura superiore. Le due aperture superiori possono essere ermeticamente sigillate tramite un dispositivo composto da due tappi in lamiera forata, interconnessi e dotati di lucchetto di sicurezza per prevenire utilizzi illeciti, come atti terroristici. Tale dispositivo consente la temporanea chiusura del cestino durante manifestazioni o visite di personalità senza necessità di spostare il contenitore.

Per agevolare la rimozione del sacchetto utilizzato e la rapida installazione di uno nuovo, il cestino "SABAUDO" è dotato di un'apertura laterale, azionabile mediante una chiave antivandalismo.

La lega di alluminio utilizzata per la fusione (Al Si 13) offre notevole resistenza agli agenti atmosferici e alla corrosione. La verniciatura esterna segue la normativa Unichim, impiegando polveri di poliesteri, mentre internamente è presente un anello reggisacco in lamiera di alluminio fissato su una base di cemento che funge da zavorra.

### **Art. 78. Panca con schienale e braccioli tipo " VENTIQUEATTRORE" di URBANTIME**

Fornitura e posa di panca "Ventiquattrore" di Urbantime con struttura in metallo trattato con zincatura a caldo e doghe in alluminio decorate in frassino naturale con film sublimatico. Fissaggio a terra mediante tasselli.

Caratteristiche principali:

Trattamenti:

Zincatura a caldo: la struttura in metallo subisce un trattamento di zincatura a caldo che comporta l'immersione degli elementi in acciaio in una vasca contenente zinco fuso a circa 450°C. Questo processo, conforme alla UNI EN ISO 1461, garantisce una protezione anticorrosiva robusta.

Verniciatura a polveri di poliestere: le doghe in alluminio vengono verniciate con polveri di poliestere fornendo eccellente resistenza agli agenti chimici e atmosferici. Questa verniciatura è particolarmente adatta per manufatti destinati all'esterno, con ottima resistenza ai raggi UV e durezza, senza sfarinamento. La fase finale di cottura avviene a temperature elevate (circa 170°C) per favorire l'indurimento.

Manutenzione Ordinaria:

per mantenere l'efficacia della protezione anticorrosiva è consigliabile eseguire una manutenzione regolare, con l'uso di acqua fredda e bassa pressione almeno 3 volte all'anno o con acqua calda (50-60 gradi) e pressione a 3.5-4 bar almeno 1 volta all'anno. La corretta manutenzione preserva le caratteristiche di protezione dell'acciaio nel tempo.

Resistenza a Corrosione:

I manufatti hanno superato gli standard di resistenza alla corrosione UNI EN ISO 9227:2012 mediante test di laboratorio in camera a nebbia salina neutra, simulando l'esposizione ad ambienti ad alta corrosione. È importante evitare scalfiture o vandalismo che potrebbero avviare il processo di ruggine in zone danneggiate.

Fissaggio e Sicurezza:

le sedute hanno superato i test strutturali per le panchine con fissaggio a terra secondo le norme UNI 11306:2009 e EN 12727:2000, liv. 4.

Dimensioni:

la panca presenta dimensioni di 200x60x81 mm.

### **Art. 79. Portabici tipo "H24" di URBANTIME**

Fornitura e posa di rastrelliera modulare con sistemazione della bicicletta tra i pali.

Principali Caratteristiche:

Materiali e Trattamenti:

- I tubi calandrati, con diametro di 18 mm, sono realizzati in acciaio e verniciati con polveri di poliestere.
- Trattamento di zincatura a caldo: gli articoli in acciaio vengono immersi in una vasca contenente zinco fuso a circa 450°C. La procedura è conforme alla UNI EN ISO 1461.

Manutenzione Ordinaria:

- Le normative UNI EN ISO 12944-8 forniscono linee guida per la protezione anticorrosiva dell'acciaio.

Programma di manutenzione consigliato:

- Uso di acqua fredda e bassa pressione: almeno 3 volte all'anno.
- Uso di acqua calda (50-60 gradi) e pressione a 3.5-4 bar: almeno 1 volta all'anno.
- La corretta manutenzione preserva le caratteristiche di protezione dell'acciaio nel tempo.

Resistenza alla Corrosione:

- Gli standard di resistenza alla corrosione UNI EN ISO 9227:2012 sono stati soddisfatti.
- Il test di laboratorio, condotto in una camera a nebbia salina neutra, certifica la resistenza del materiale e dei rivestimenti superficiali in ambienti ad alta corrosione.
- Evitare scalfiture o vandalismo per prevenire il processo di ruggine nelle aree danneggiate.

Dimensioni:

- Le dimensioni della rastrelliera sono di 1500x46,2x26,5 mm.

### **Art. 80. Fontanella tipo "FUENTE" di METALCO**

Fornitura e posa di fontana con struttura in lamiera d'acciaio con rubinetto in ottone cromato a pulsante con molla di ritorno e vasca rettangolare. Quest'ultima è dotata di un tubo di scarico con sistema troppo-pieno e di una caditoia asportabile per consentirne la pulizia. Sul retro della vasca è presente una feritoia adatta al collegamento del tubo di alimentazione.

Caratteristiche:

Dimensione e peso: 296x890x990 mm - 22 kg

Materiale: Acciaio Inox

Fissaggio: Cementazione

### **Art. 81. Salvapiante tipo "SUNNY" di METALCO**

Fornitura e posa di salvapiante di forma quadrata con foro circolare, realizzato in lamiera d'acciaio decorata a laser.

Si compone di due metà predisposte per il fissaggio tra loro con viti ed è dotato di rinforzi in piatto d'acciaio, posti internamente e sul perimetro.

Caratteristiche:

Dimensione: Ø 500 mm L 990 mm H 35 mm

Materiale: Acciaio verniciato

Fissaggio: Cementazione

Accessori: Controtelaio in acciaio zincato

## CAPITOLO 10 - OPERE A VERDE

### **Art. 82. Terra da coltivo riportata**

La terra di coltivo dovrà provenire da aree a destinazione agraria ed essere sottoposta all'approvazione della Direzione Lavori, che potrà richiedere a spese dell'Impresa esecutrice anche eventuali analisi da parte di un laboratorio di comprovata affidabilità tecnica.

Le analisi dovranno essere eseguite, salvo quanto diversamente disposto dal presente Capitolato, secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla società Italiana della Scienza del Suolo – S.I.S.S.

La terra di coltivo dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la messa in opera. La quantità di sostanza organica dovrà essere compresa tra 2% e 5%, il rapporto C/N dovrà essere compreso tra 7,5 e 13 e il pH (misurato in H<sub>2</sub>O) dovrà essere compreso tra 5,5 e 7,5.

La quantità di scheletro con diametro maggiore a mm 2 non dovrà eccedere il 10% del peso totale e dovranno essere assenti ciottoli con diametro superiore a cm 4.

La granulometria dovrà rientrare nei seguenti parametri:

- Sabbia (diametro compreso tra mm 2 e mm 0,05): 25 -50% in peso sulla terra fine
- Limo (diametro compreso tra mm 0,05 e mm 0,002): 30 - 50% in peso sulla terra fine
- Argilla (diametro inferiore a mm 0,002): 10 -3 0% in peso sulla terra fine.

### **Art. 83. Substrati di coltivazione**

I substrati di coltivazione (terricciato di letame, terriccio di castagno, terra d'erica, terriccio di foglie di faggio, terriccio di bosco, sfagno, torba, miscugli tra vari substrati), dovranno essere forniti in confezioni sigillate, nelle quali è riportata la quantità, il tipo e le caratteristiche del contenuto. In assenza di tali informazioni, l'appaltatore dovrà produrre alla direzione dei lavori, prima dellamessa in opera, i risultati delle analisi.

La fornitura delle analisi è obbligatoria in caso di substrati non confezionati e privi delle indicazioni riportate sulla confezione.

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, perlite, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, ecc.) deve essere autorizzata dalla direzione dei lavori.

### **Art. 84. Concimi organici e minerali**

I concimi organici e minerali dovranno rispettare le prescrizioni normative vigenti e rispondere alle prescrizioni contrattuali. Eventuali sostituzioni dovranno essere autorizzate dalla direzione dei lavori, in base 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 organico, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili né di fosforo né di potassio, a meno che questo non costituisca parte integrante di matrici organiche.

---

### CONCIMI ORGANICI NP

---

I concimi organici NP devono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarati, azoto organico e fosforo, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio. È consentita, nei casi previsti, la dichiarazione dell'anidride fosforica totale, quando il fosforo, anche se non in forma organica, costituisce parte integrante di matrici organiche.

#### Concimi minerali

#### 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 contenere 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. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di potassio.

---

### CONCIMI MINERALI POTASSICI SEMPLICI

---

Devono contenere, espressamente dichiarato, potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di fosforo.

#### 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. Possono anche 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. Possono anche 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. Possono 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 solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi.

#### Concimi minerali a base di elementi secondari

Sono concimi a base di elementi secondari i prodotti – naturali o sintetici – che contengano espressamente dichiarato un elemento secondario tra calcio, magnesio, sodio e zolfo. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

#### Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi)

Sono concimi a base di microelementi i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno o più microelementi tra boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco. Possono anche contenere elementi secondari, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

#### Acqua per innaffiamento

L'acqua per innaffiamento delle piante non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

L'appaltatore, a richiesta della direzione dei lavori, dovrà fornire le necessarie analisi sulla qualità dell'acqua, e il periodo di utilizzazione in base alla temperatura.

#### Estrazione dal vivaio e controllo delle piante

##### Generalità

L'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali, e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante

o in tempo di gelata. L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente. Le piante potranno essere fornite a radice nuda, o collocate in contenitori o in zolle. Le 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 verificati in cantiere, e le piante scartate dovranno essere immediatamente allontanate.

Per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve indicare, attraverso un'iscrizione chiara e indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero – nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche – vivaio di provenienza).

La verifica della conformità dell'esemplare alla specie e alla varietà della pianta si effettuerà nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

### **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 prese le precauzioni necessarie per la loro conservazione e per evitare traumi o disseccamenti, nonché danni causati dal gelo.

Prima della messa a dimora delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla direzione dei lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto, né risultare interrate oltre il livello di colletto.

Durante la messa a dimora, l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e 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 torba e opportunamente costipata. La direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo da non provocare danni per disidratazione.

Dopo il riempimento, attorno alla pianta dovrà essere realizzata una conca o un bacino per consentire la ritenzione dell'acqua, che deve essere somministrata in quantità abbondante per agevolare la ripresa della 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 imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Salvo diverse prescrizioni del direttore dei lavori, la messa a dimora degli alberi dovrà effettuarsi tenendo 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 particolari per 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 appropriati. Le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche.

È bene, tuttavia, conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora

è tardiva.

Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in 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 in rapporto alle caratteristiche delle piante da mettere a dimora, con una larghezza e una profondità corrispondenti ad almeno 1,5 volte il diametro e rispettivamente l'altezza dell'apparato radicale delle piante o del pane.

I lavori per l'apertura di buche e fosse delle piante dovranno essere effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale, prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.

I materiali provenienti dagli scavi non riutilizzabili, perché non ritenuti idonei, dovranno essere allontanati 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 le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido e aerato.

Salvo diverse prescrizioni della direzione dei lavori, buche e fosse potranno essere aperte manualmente o 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 mezzi da trasporto, disponendo vicine le piante della stessa specie e dimensioni. Dovrà evitarsi l'essiccamento durante il trasporto utilizzando veicoli idonei.

L'appaltatore dovrà comunicare alla direzione dei lavori la data di consegna delle piante in cantiere, ai fini della loro verifica e accettazione.

In cantiere, le piante dovranno essere accatastate per un tempo massimo di 2 giorni, avendo cura di evitare l'essiccazione e il surriscaldamento, compensando le perdite di umidità verificatesi durante il trasporto.

#### Generalità

Prima della messa a dimora delle piante, l'impresa, qualora ordinato dalla direzione dei lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto, né risultare interrate oltre il livello di colletto.

Durante la messa a dimora, l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

#### Collocazione delle piante e riempimento delle buche

Sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali 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 irrigazione. 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 con torba e opportunamente costipata. La compattazione della terra dovrà essere eseguita con cura in modo da non 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 modo non provocare danni per disidratazione.

### Conche di irrigazione

La terra dovrà essere sistemata al piede della pianta, in modo da formare intorno al colletto una piccola conca. L'impresa dovrà effettuare una prima irrigazione in quantità abbondante, che fa parte dell'operazione di piantagione, per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

### **Art. 90. Piante**

Per piante in senso generale si intende tutto il materiale vegetale vivo di pronta utilizzazione, proveniente da vivai appositamente autorizzati.

Tutte le piante scelte e impiegate dovranno essere esenti da difetti e imperfezioni, nonché, prive di manifestazioni di attacchi di insetti, funghi, virus ed altri agenti patogeni. Dovranno inoltre soddisfare pienamente i requisiti di progetto: a questo proposito la Direzione dei Lavori dovrà effettuare un controllo delle piante prima della loro messa in opera, con facoltà di scartare quelle non rispondenti alle caratteristiche generali elencate ed a quelle specifiche di successiva elencazione.

Riguardo alle caratteristiche tecniche di fornitura si consideri che:

- le piante devono avere subito i necessari trapianti in vivaio (l'ultimo da non più di due anni e da almeno uno) in base alle seguenti indicazioni: specie a foglia caduca, fino alla circonferenza di 12-15 cm almeno un trapianto, fino a 20-25 cm almeno due trapianti, fino a 30-35 cm almeno tre trapianti; sempreverdi; fino all'altezza di 2-2,5 m almeno un trapianto, fino a 3-3,5 m almeno due trapianti, fino a 5 m almeno 3 trapianti;
- le piante a foglia caduca, in relazione alle specie, alla stagione, e a quanto concordato con la Direzione dei Lavori, potranno essere fornite dall'Appaltatore per la messa a dimora a "radice nuda" o con "zolla" (pane di terra a protezione delle radici);
- le piante sempreverdi saranno invece fornite sempre con zolla.

Nel caso che, successivamente al trasporto sul cantiere, le piante non possano essere messe prontamente a dimora, risultano a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alla loro adeguata conservazione e protezione.

In particolare, qualora si faccia riferimento a piante fornite a radice nuda, la conservazione in attesa di messa a dimora avverrà tramite la predisposizione di un sito idoneo – messa in "tagliola".

Durante le fasi di trasporto, scarico e maneggio a qualunque titolo delle piante andranno prese tutte le precauzioni atte ad evitare loro qualsiasi tipo di danno per mantenerne le migliori condizioni vegetazionali, provvedendo ad es. nel caso più semplice, se la stagione lo richiede, alle necessarie innaffiature.

### Fornitura e messa a dimora di alberature

Il progetto prevede la messa a dimora di piante arboree da fornire in zolla del genere, specie e varietà, nonché delle misure previste da progetto (circonferenza del tronco a 1 m circa di altezza, e/o altezza complessiva della struttura epigea. Qualora si tratti di individui policormici la misura di circonferenza sarà costituita dalla somma della misura dei due o tre corredi principali).

Le piante saranno scelte presso i vivai di produzione e/o allevamento dalla Direzione dei Lavori coadiuvata dal progettista e dall'agronomo e contrassegnate da sigilli inamovibili con codice di riconoscimento posti alla singola pianta o ad un numero di esemplari significativo per la definizione delle caratteristiche tipologiche del gruppo. Le spese di viaggio della DL e di un progettista e agronomo per la scelta delle piante sono a carico dell'Impresa Appaltatrice. I sigilli saranno applicati in modo da non danneggiare la pianta e la sua crescita. e verranno rimossi alla conclusione del collaudo.

Le piante saranno fornite in zolla di dimensione adeguata a quella della pianta, ben imballata con juta e rete metallica a tripla torsione ben tesa, entrambi i materiali biodegradabili. L'espianto in vivaio e la fornitura e messa a dimora in cantiere dovranno essere effettuati nella stagione di riposo vegetativo. Qualora si dovessero eseguire espianti e trapianti fuori stagione dovranno essere prese le misure cautelative, che, in quanto necessarie, non comportano il riconoscimento di oneri aggiuntivi, quali, preparazione e/o fornitura di piante allevate in recipienti, e particolari precauzioni nel trasporto e messa a dimora onde evitare danneggiamenti alle piante. Il trasporto avverrà con furgone coperto o con le piante comunque riparate con telo dalla corrente d'aria e dal conseguente disseccamento.

Le piante dovranno essere prive di malattie, ben formate, complete di asta e gemma terminale, chioma armoniosa, senza capitozzature e tagli di grosse branche, immuni da lesioni al tronco e alla corteccia, e con pane di terra e apparato radicale ben sviluppato, ed essere state allevate con regolari rizollature. Per controllare quest'ultimo aspetto la Direzione Lavori, coadiuvata dal progettista e dall'agronomo dovrà effettuare a campione l'ispezione della zolla, alla quale, con l'intervento di personale della ditta fornitrice, dovrà essere aperto l'imballaggio, per controllare che non si evidenzino tagli di radici di dimensioni importanti, e che l'apparato radicale verso la superficie del pane sia fine e fitto. L'imballaggio verrà poi nuovamente chiuso sulla zolla per prepararla alla messa a dimora.

Le piante dovranno pervenire in cantiere con il sigillo integro e cartellate singolarmente con l'indicazione di genere, specie e provenienza. A giudizio della Direzione Lavori potranno essere soggette a controllo agronomico, botanico e fitopatologico da parte di esperti. Le piante non corrispondenti per qualità, o specie e varietà, alle caratteristiche richieste saranno scartate e dovranno essere riportate all'origine e sostituite con altre soddisfacenti. Le piante messe a dimora sono soggette a garanzia di attecchimento estesa a due anni dalla fine lavori (730 giorni consecutivi). Le piante che alla seconda stagione vegetativa presentassero sintomi di mancato attecchimento dovranno essere sostituite nella successiva stagione di riposo vegetativo.

Le piante saranno messe a dimora, nelle posizioni previste dal progetto, con scavo, piantumazione, rinterro, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti, bagnatura con 150-200 l di acqua. La formazione della buca e le operazioni di messa a dimora dovranno essere effettuate con ogni cura per non danneggiare le opere civili sottostanti (Impermeabilizzazione e sue protezioni) o circostanti e le stratificazioni di drenaggio e terreno.

Le piante arboree dovranno essere messe a dimora nella stagione di riposo vegetativo

(attendibilmente da novembre a inizio marzo). Qualora il programma dei lavori, o l'andamento dei lavori, preveda la messa a dimora in epoca diversa, le piante potranno essere messe a dimora adottando ogni provvedimento necessario ad evitare danni e stress eccessivo. In particolare dovranno essere curate le operazioni di imbragatura e sollevamento per evitare i danni da scortecciamento o scivolamento della corteccia con danno irreversibile e mortale per la pianta. Dovranno anche essere adottate misure per ridurre lo stress da trapianto, quali la preventiva coltivazione in recipienti adeguati, l'irrorazione della chioma con antitraspiranti, la fasciatura del tronco con juta per diminuire la traspirazione e evitare danni da scottature, e tutte le misure che suggeriscano la migliore tecnica e la lavorazione a regola d'arte.

La messa a dimora degli alberi comprende anche la fornitura e posa della protezione cilindrica del colletto, fotodegradabile o biodegradabile, alta 55 cm e del diametro adeguato alla dimensione della pianta. Comprende anche la fornitura e la posa di un anello di tubo drenante per l'irrigazione, da posare attorno alla zolla, in alto ma sotto il livello del terreno, compreso il raccordo a T, il gomito e il tappo di chiusura.

#### Alberature

Caratteristiche strutturali, tecniche e agronomiche:

- gli alberi dovranno essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto;
- gli alberi dovranno avere il tronco nudo, diritto, senza ramificazioni per l'altezza di impalcatura richiesta, nonché privo di deformazioni, ferite, cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scorticamenti, legature ed ustioni da sole; essi dovranno essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche o virus;
- gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e del computo metrico estimativo secondo quanto segue:
- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di emergenza del ramo maestro più basso;
- circonferenza del fusto: misura rilevata ad un metro dal colletto (tale misura dovrà corrispondere a quella indicata dal progetto);
- diametro della chioma: misura rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere e a due terzi dell'altezza per tutti gli altri alberi;
- la chioma delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata;
- la chioma, salvo quando diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata ed equilibrata per simmetria e distribuzione, all'interno della stessa, delle branche principali e secondarie.
- per gli alberi innestati dovranno essere specificati i portainnesti e l'altezza del punto d'innesto, il quale non dovrà presentare sintomi di disaffinità;
- gli alberi dovranno essere forniti in zolla (pane di terra), o, su richiesta della Stazione Appaltante sarà possibile utilizzare alberi in contenitore senza con ciò poter aver diritto ad alcun maggior compenso;
- i contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, reti ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante contenute;
- le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro rinforzato (in juta, paglia, teli di plastica ecc.). Per le piante che superino i 3-4 metri di altezza,

l'involucro di imballaggio sarà realizzato con rete metallica, oppure con pellicola di plastica porosa o altro metodo equivalente;

- qualora le piante vengano fornite in contenitore, le radici dovranno risultare pienamente compenstrate nel terriccio, senza fuoriuscirne. L'apparato radicale dovrà comunque presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane. Le piante dovranno aver subito i necessari trapianti in vivaio, di cui l'ultimo sarà stato effettuato da almeno un anno o al massimo da non più di due.

Al momento della fornitura, l'Impresa esecutrice nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della Stazione Appaltante dovrà fornire una certificazione da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti nonché le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

Il progetto prevede la messa a dimora delle seguenti specie arboree:

- *Melia azedarach*, circonferenza tronco 16-18 cm
- *Jacaranda mimosifolia*, circonferenza tronco 18-20 cm
- *Morus nigra* 'Fruitless', circonferenza tronco 16-18 cm
- *Quercus rotundifolia*, circonferenza tronco 16-18 cm
- *Shinus molle*, circonferenza tronco 16-18 cm

Si rimette alla discrezione della Direzione Lavori la decisione di mantenere la specie *Quercus rotundifolia*, in sostituzione alla specie *Quercus ilex*, in base alla qualità del materiale vivaistico disponibile.

#### Opere complementari alla messa a dimora delle alberature

##### Posa di sistema di ancoraggio sotterraneo per alberature

Gli ancoraggi sono quei sistemi di supporto (tutori) che permettono di fissare al suolo le piante nella posizione corretta per l'attecchimento e il conseguente sviluppo.

L'ancoraggio dovrà avere una struttura appropriata al tipo di pianta da sostenere e capace di resistere alle sollecitazioni meccaniche che possono esercitare agenti atmosferici, urti, atti vandalici o altro.

Il sistema di ancoraggio sotterraneo sarà costituito da ancorette e cavi metallici proporzionati alla dimensione della pianta.

Le ancorette legate ai cavi dovranno essere inserite nel terreno e le cinghie di prolungamento dei cavi verranno fatte passare sopra la zolla previa interposizione di un materiale tipo juta per evitare danneggiamenti alla zolla. Le tre cinghie verranno messe in azione tramite dei cricchetti metallici.

##### Fornitura e messa a dimora di arbusti

Il progetto prevede la messa a dimora di piante arbustive, decidue o sempreverdi, acidofile, aromatiche, etc. da fornire in vaso (o in zolla per quelle di maggiore sviluppo) del genere, specie, varietà, dimensione e numero elencati nelle tavole grafiche.

Le partite di piante saranno scelte presso i vivai di produzione e/o allevamento dalla Direzione dei Lavori coadiuvata dal progettista delle opere di florovivaismo, e contrassegnate da un sigillo posto ad un esemplare tipo di ogni gruppo con caratteristiche standard. I sigilli verranno rimossi alla conclusione del collaudo. Le piante saranno fornite



nelle dimensioni indicate per ogni singola specie o varietà. Il trasporto avverrà con furgone coperto o con le piante comunque riparate con telo dalla corrente d'aria e dal conseguente disseccamento. Dovranno essere prive di patologie e parassiti, ben formate e accestite, con adeguato numero di branche laterali sviluppate dal colletto, e con apparato radicale ben sviluppato che interessa completamente il pane di terra nel vaso, ma senza sviluppi spiralati. Per controllare questo aspetto la Direzione Lavori, coadiuvata dal progettista e dall'agronomo dovrà effettuare l'ispezione del pane di terra estraendo dal vaso, piante a campione. Il vaso, o l'imballaggio verranno poi nuovamente riposizionati o chiusi sulla zolla per prepararla alla messa a dimora. Le piante, a giudizio della Direzione Lavori, potranno essere soggette a controllo agronomico, botanico e fitopatologico da parte di esperti. Le piante, o la partita di piante non corrispondenti per qualità, o specie, alle caratteristiche richieste saranno scartate e dovranno essere riportate all'origine e sostituite con altre soddisfacenti. La messa a dimora degli arbusti sarà eseguita con la formazione di una buca adeguata al pane di terra di ogni pianta, messa in loco, provvedendo al rinterro, fornitura e distribuzione di ammendante organico, bagnatura con 30 l d'acqua per mq.

Le piante messe a dimora sono soggette a garanzia di attecchimento estesa a due anni dalla fine lavori (730 giorni consecutivi). Le piante che alla seconda stagione vegetativa presentassero sintomi di mancato attecchimento dovranno essere sostituite nella successiva stagione di riposo vegetativo.

Caratteristiche strutturali, tecniche e agronomiche:

- gli arbusti dovranno essere ramificati a partire dal substrato, con non meno di cinque ramificazioni ed avere l'altezza proporzionata al diametro della chioma;
- la parte aerea delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata;
- l'apparato radicale dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari.

Potranno eventualmente essere fornite a radice nuda soltanto le specie a foglia caduca, mentre quelle sempreverdi dovranno essere consegnate in contenitore o con pane di terra. L'Impresa esecutrice potrà sottoporre alla Direzione Lavori per approvazione, la possibilità di fornire gli arbusti a foglia caduca previsti dal progetto a radice nuda, di limitate dimensioni e che abbiano compiuto un numero ridotto di cicli vegetativi.

Al momento della fornitura, l'Impresa esecutrice nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della Stazione Appaltante dovrà fornire una certificazione da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti nonché le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

Il progetto prevede la messa a dimora delle seguenti specie alto-arbustive:

- *Arbutus unedo* (vaso 15 lt. – h. 80-100 cm)
- *Laurus nobilis* (vaso 10 lt. – h. 100-125 cm)
- *Myrtus communis* (vaso 7 lt.)
- *Phillyrea angustifolia* (vaso 7 lt. – h. 80-100 cm)
- *Phillyrea latifolia* (vaso 7 lt. – h. 80-100 cm)
- *Pistacia lentiscus* (vaso 12 lt. diam. 26 cm)
- *Pistacia terebinthus* (vaso 12 lt. diam. 26 cm)
- *Pittosporum tobira* (vaso 7 lt. – h. 60-80 cm)

- *Rhamnus alaternus* (vaso 9 lt. diam. 24 cm)
- *Viburnum tinus* (vaso 15 lt. diam. 28 cm)

Il progetto prevede la messa a dimora delle seguenti specie basso-arbustive:

- *Agapanthus umbrellatus* (diam. 22 cm)
- *Abelia grandiflora* 'Confetti' (vaso 18 lt.)
- *Grevillea rosmarinifolia* (vaso 9 lt.)
- *Lantana camara* (vaso 7 lt.)
- *Lavandula stoechas* (vaso 7 lt.)
- *Myrtus tarentina* (vaso 7 lt.)
- *Perowskia atriplicifolia* (vaso 9 lt.)
- *Plumbago capensis* (vaso 7 lt.)
- *Rosmarinus officinalis* (vaso 7 lt.)

Il progetto prevede la messa a dimora delle seguenti specie rampicanti:

- *Bougainvillea* (diam. 22 cm – h. 150-200 cm)
- *Trachelospermum jasminoides* (diam. 24 cm – h. 150-175 cm)

#### Fornitura e messa a dimora di tappezzanti

Il progetto prevede la messa a dimora di piante tappezzanti da fornire in vaso, del genere, specie, varietà e dimensione elencati nelle tavole di progetto.

Le partite di piante saranno scelte presso i vivai di produzione e/o allevamento dalla Direzione dei Lavori coadiuvata dal progettista delle opere di florovivaismo e dall'agronomo, e campionate con tre piante in vaso per ogni partita di piante della medesima specie o varietà. Le piante verranno fornite con vaso della dimensione indicata per ogni specie o varietà, e dovranno essere di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato. La messa a dimora sarà eseguita con la formazione di una buca adeguata, piantumazione, rinterro, fornitura e distribuzione di ammendante organico 30 l/m<sup>2</sup>, bagnatura con 30 l/m<sup>2</sup> di acqua.

- Caratteristiche strutturali, tecniche e agronomiche:
- le piante tappezzanti dovranno essere fornite in contenitori predisposti alle esigenze specifiche delle singole piante, che ne consentano il trasporto e ne garantiscano la conservazione fino al momento della messa a dimora;
- la parte vegetativa dovrà essere rigogliosa, correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione.

Il progetto prevede la messa a dimora delle seguenti specie tappezzanti:

- *Gaura lindheimeri* "Siskiyou Pink"
- *Helichrysum italicum* (vaso 3 lt.)

- *Iberis sempervirens* (vaso 2 lt.)
- *Lantana sellowiana* (vaso 3 lt.)
- *Potentilla fruticosa* (diam. 18 cm)
- *Rosmarinus prostratus* (vaso 3 lt. – diam. 18 cm)
- *Santolina chamaecyparissus* (vaso 2 lt. – diam. 15 cm)
- *Senecio cineraria* (vaso 3 lt. – diam. 18 cm)

#### **Art. 91. Isola vegetativa (Sistema Cupolex Radice)**

Realizzazione di isola vegetativa con fornitura e posa in opera di elementi tipo CUPOLEX RADICI della Pontarolo Engineering S.p.A. dell'altezza totale prevista dal progetto, composti da eventuale reticolo di base, tubi in PVC diametro 12,5 cm tagliati a giusta altezza inseriti nel terreno vegetale di riempimento e tenuti superiormente in posizione da un telaio composto da bracci di collegamento, che servono a mantenere fermi i tubi in PVC mentre si posa e costipa il terreno e chiusi con tappi per evitare l'entrata di terra all'interno di essi.

Una volta sistemato e costipato il terreno, saranno tolti i tappi e verranno posizionate le Cupolex di copertura con dimensioni in pianta di 57x57 cm di interasse e chiusi perimetralmente con gli elementi Flat Stop per evitare l'ostruzione con calcestruzzo della camera d'aria del sistema durante la fase di getto. A posa avvenuta sarà posta in opera l'armatura metallica come da progetto e quindi effettuato il getto in calcestruzzo procedendo inizialmente con il riempimento dei tubi e degli spazi fra le Cupolex e quindi con la formazione della cappa superiore alle Cupolex che sarà dello spessore di 15 cm.

In questo caso la posa prevede le seguenti lavorazioni:

- Realizzare uno scavo dell'area interessata fino a quota prevista con h 1,30 circa;
- Creare un piano di posa per l'installazione stendendo un telo di TNT sopra al quale stendere uno strato di terreno opportunamente stabilizzato e compattato di circa 25 cm;
- Installare un telo di TNT sul quale posare la Griglia di Base di Cupolex Radici gestendo il contorno per l'installazione del fusto dell'albero;
- Posizionare i Tubi di sostegno e mantenerli in posizione con gli appositi Bracci in plastica;
- Chiudere il foro dei Tubi con i Tappi per evitare l'entrata di terra;
- Riempire lo spazio tra i Tubi con terra vegetale costipandola e avendo accortezza che i Tubi rimangano ben saldi nelle posizioni;
- Togliere i Tappi;
- Posizionare le Cupolex di chiusura gestendo il contorno del fusto;
- Posizionare perimetralmente Flat Stop in modo tale che il calcestruzzo non vada a riempire la camera d'aria sottostante le Cupole;
- Armare la soletta con rete elettrosaldata e gettarla in calcestruzzo come da progetto;
- Piantumare l'albero.

#### **Art. 92. Protezione delle piante esistenti da conservare**

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno, le piante da conservare dovranno essere protette con i dispositivi predisposti a cura dell'impresa prima dell'inizio di

altri lavori. Questi dispositivi consisteranno in recinzioni e in corsetti di protezione. Salvo diverse e motivate prescrizioni approvate dalla Direzione dei lavori, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte 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 marcate preventivamente sul posto.

#### **Art. 93. Protezione delle piante messa a dimora**

L'impresa appaltatrice, previa autorizzazione della D.L., dovrà approntare le necessarie opere di protezione delle piante messe a dimora per prevenire eventuali danneggiamenti (transito di persone, animali, precipitazioni atmosferiche, ecc.).

#### **Art. 94. Salvaguardia della vegetazione esistente**

L'impresa appaltatrice è tenuta alla salvaguardia (protezione apparato radicale, fusto, chioma, ecc.) della vegetazione esistente – non interessata da lavori in appalto – da eventuali danneggiamenti (urti da parte dei mezzi meccanici e/o attrezzi pesanti, ecc.), anche se le piante non sono state indicate nei disegni progettuali o opportunamente contrassegnate prima dell'esecuzione dei lavori.

La direzione dei lavori potrà fornire all'appaltatore ulteriori comunicazioni in merito alle piante da salvaguardare.

Nel caso di danneggiamento di piante, l'appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione alla direzione dei lavori, perché siano adottati i provvedimenti adeguati.

#### **Art. 95. Manutenzioni colturali fino all'esecuzione del collaudo**

Sino alla fine dei lavori (Verbale di ultimazione lavori), l'impresa dovrà effettuare a sua cura espese:

- la manutenzione degli impianti a verde, curando, in particolare, lo sfalcio di tutte le superfici del corpo autostradale e sue pertinenze, seminate o rivestite da vegetazione spontanea, ogni qualvolta l'erba abbia 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 a tratti discontinui, senza che ciò possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell'impresa stessa.

L'erba sfalciata dovrà prontamente essere raccolta da parte dell'impresa e trasportata fuori dalle pertinenze autostradali entro 24 ore dallo sfalcio.

La raccolta e l'allontanamento dell'erba dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la sua dispersione sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato; pertanto, ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e munito di reti

di protezione.

## CAPITOLO 11 - ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

### **Art. 96. Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio**

#### Resistenza caratteristica

Agli effetti delle nuove norme tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018, un calcestruzzo viene 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% dell'appopolazione di tutte le misure di resistenza.

#### Controlli di qualità del conglomerato

Vedi art. 11 del presente Capitolato Speciale di appalto.

### **Art. 97. Prove di carico sui pali di fondazione**

#### *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 utilizzata per le verifiche SLE.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 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 numero  $n$  di pali è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di caricodinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

Le prove di carico dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice.

La direzione dei lavori dovrà, in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova, che potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il temposufficiente perché il palo abbia raggiunto la stagionatura prescritta per il calcestruzzo.

### Preparazione dei pali da sottoporre a prova

L'appaltatore ha l'onere della preparazione dei pali da sottoporre a prova di carico mediante la regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del calcestruzzo e messa a nudo del fusto per un tratto di  $\approx 50$  cm. Successivamente, sul palo deve essere realizzato un dado di calcestruzzo armato, di sezione maggiore di quella del palo, per l'appoggio del martinetto. L'esecuzione della prova deve avere inizio dopo la stagionatura del calcestruzzo, per evitare eventuali deformazioni plastiche durante l'applicazione del carico.

L'appaltatore ha anche l'onere di predisporre la struttura di contrasto per l'esecuzione della provadi carico, secondo le indicazioni del laboratorio ufficiale incaricato.

Per la prova di carico verticale, la struttura di contrasto per il martinetto idraulico e il palo deve essere costituita preferibilmente da un cassone zavorrato. Le basi di appoggio del cassone devono essere sufficientemente distanti dal palo di prova (preferibilmente 2 m) per evitare spinte passive sul palo da parte del terreno caricato dagli appoggi.

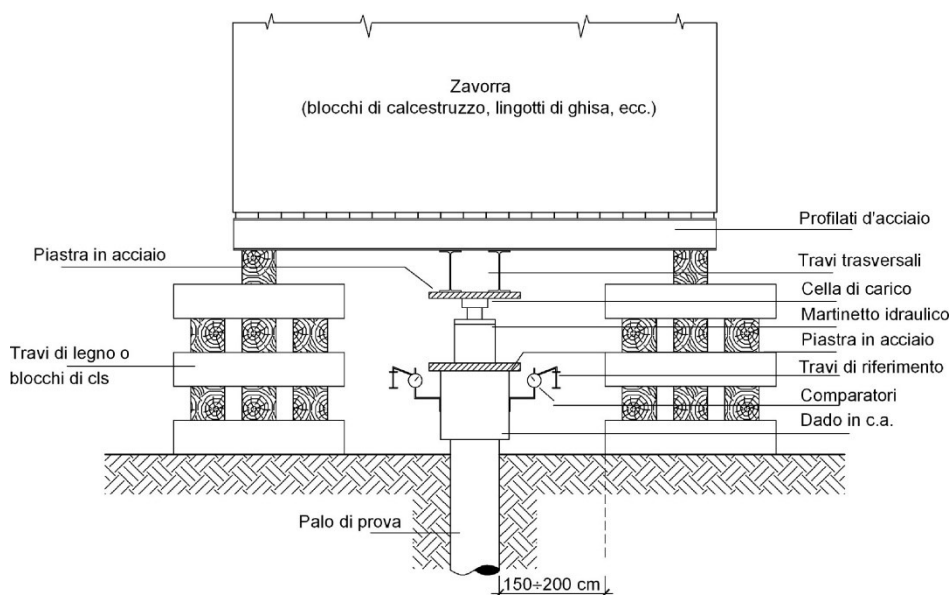


Figura 128. 1 - Schema di applicazione del carico di prova su palo di fondazione con cassone zavorrato

### Prove di carico verticali

Le prove di carico verticali permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall'applicazione di un carico verticale sulla testa del palo. I risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti istantanei della testa del palo, pertanto la prova deve essere limitata nel tempo dallo stabilizzarsi dei valori rilevati.

La direzione dei lavori deve individuare il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova in conformità 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 sottoposti anche a controlli non distruttivi.

La determinazione del carico limite deve essere ottenuta impiegando almeno tre metodi:

- metodo Davisson;
- metodo Chin;
- metodo Brinch Hansen.

Presentazione dei risultati

I risultati della prova di carico su palo di fondazione devono essere presentati con i seguenti diagrammi:

- carico/cedimento;
- tempo/carico;
- tempo/cedimento.

Ai suddetti diagrammi si aggiunge la relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

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 portamicrometri, 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.

**Art. 98. Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio**Generalità

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- esame visivo;
- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma **CNR UNI 10011** (ritirata senza sostituzione);
- controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Tali controlli devono essere eseguiti da laboratori ufficiali per evitare contestazioni da parte dell'appaltatore.

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**.

Controllo di qualità delle strutture saldate

Il controllo delle saldature e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali. Il direttore dei lavori potrà fare riferimento 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 indiretto delle saldature*. Con il controllo diretto, invece, si procede alla verifica o al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

### Controlli non distruttivi

Le saldature devono essere sottoposte a controlli non distruttivi finali, per accertarne la corrispondenza 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%, devono essere eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o 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 secondo la norma **UNI EN 473**.

### Metodo ultrasonico

Il metodo ultrasonico consente di rilevare i difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne 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, si possono impiegare anche gli ultrasuoni. Per i giunti a T a piena penetrazione, invece, si può impiegare solo il controllo con gli ultrasuoni.

Per evitare contestazioni con l'appaltatore, il personale che esegue i controlli deve essere qualificato in conformità alla norma **UNI EN 473**, e avere conoscenza dei problemi di controllo relativi ai giunti saldati da esaminare.

### 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 della stessa 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 prive di sostanze che possono interferire con l'accoppiamento (tracce di ruggine, scaglie staccate, spruzzi di saldature, ecc.).

### Metodo radiografico

Il controllo radiografico dei giunti saldati per fusione di lamiera e tubi di materiali metallici deve essere eseguito in conformità alla norma **UNI EN 435**.

Il metodo radiografico deve essere usato per il controllo dei giunti saldati a piena penetrazione.

### Esecuzione e controllo delle unioni bullonate

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice,

scaglie di laminazione e macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco. È ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente 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 o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o mediante chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. Il valore della coppia di serraggio  $T_s$ , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale  $N_s$  presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \cdot N_s \cdot d$$

dove

$d$  è il diametro nominale di filettatura del bullone;

$N_s = 0,80 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$ , essendo  $A_{res}$  l'area della sezione resistente della vite e  $f_{k,N}$  la tensione di snervamento.

La norma **CNR UNI 10011** (ritirata senza sostituzione) detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, riguardo i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, nonché il modo di accoppiare viti e dadi e il modo in cui devono essere montate le rosette.

Tabella 130.1 - Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (CNR 10011)

Diametro $D$ [m]	Area resistente $A_{res}$ [mm <sup>2</sup> ]	Coppia di serraggio $T_s$ [N · m]					Forza normale $T_s$ [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 chiave a percussione, fino a porre a contatto le lamiera fra testa e dado. Si dà, infine, una rotazione al dado compresa fra  $90^\circ$  e  $120^\circ$ , con tolleranze di  $60^\circ$  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 più interni 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 effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, si allenta il dado con una rotazione pari a 60° e poi si riserra, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Il controllo *in situ* deve essere eseguito verniciando in verde i bulloni che risultano conformi, e in rosso quelli non conformi. Le indagini devono essere condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, 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.

**PARTE TERZA - SPECIFICHE TECNICHE DELLE LAVORAZIONI****CAPITOLO 12 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI****Art. 99. 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 essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla qualità di dette opere o provviste. Per le opere appaltate a misura, la somma prevista nel contratto può variare, tanto in più quanto in meno, secondo la quantità effettiva di opere eseguite.

**Art. 100. Scavi****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 formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee 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 ragguagliate, 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 perimetrali.

In nessun caso verrà misurata la scarpata che viene data alle pareti dello scavo, o eventuali maggiorazioni dettate dalla necessità di effettuare armature provvisorie, puntellazioni, ecc.

**Scavi a sezione obbligata**

Gli scavi a sezione obbligata verranno misurati esclusivamente sulla verticale del filo esterno dei manufatti, senza tenere conto dei maggiori volumi di scavo effettuati dall'appaltatore per proprie ragioni operative.

All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

**Oneri aggiunti per gli scavi**

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in 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 consistenza e anche in presenza d'acqua;
- i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro o a rifiuto, entro i limiti previsti in 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, attorno e sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e

sopra le fognature o drenaggi, secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;

- le puntellature, le sbadacchiature e le armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, le scomposizioni, le estrazioni e l'allontanamento, nonché gli sfridi, i deterioramenti, le perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie (occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati), i passaggi, gli attraversamenti, ecc.;
- ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

#### Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni devono essere valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 30 cm. Devono essere dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate devono essere valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

### **Art. 101. Rilevati, rinterri e vespai**

#### Rilevati

Il volume dei rilevati e dei rinterri deve essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

#### Rinterri

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

#### Preparazione del piano di posa dei rilevati

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., deve essere compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

### **Art. 102. Demolizioni, dismissioni e rimozioni**

#### Demolizione totale o parziale di fabbricati con copertura piana.

Il volume da computare sarà quello, vuoto per pieno, ottenuto moltiplicando la superficie contenuta dal perimetro esterno dell'edificio per l'altezza effettiva da demolire misurata tra il piano di calpestio più basso e il piano di estradosso dell'ultimo solaio. Il volume così conteggiato comprende eventuali sporti e aggetti presenti, che pertanto non saranno conteggiati separatamente.

Demolizione totale o parziale di fabbricati con copertura a falde

Per la porzione sino al sottogronda varranno le modalità previste al punto precedente. La porzione sovrastante verrà computata in base al volume effettivo.

Demolizioni di murature

Le demolizioni parziali o totali di murature di spessore superiore a 15 cm, compresi gli eventuali rivestimenti, devono essere valutate a metro cubo, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta.

Demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato

La demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, deve essere compensata a metro cubo di struttura demolita.

Rimozione di ringhiere, grate, cancelli, ecc.

La rimozione di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, anche con eventuali elementi in vetro, ecc., e il trasporto a pubblica di scarica del materiale inutilizzabile, deve essere compensata a metro quadrato.

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 rifiuto del materiale inutilizzabile, deve essere compensata a corpo.

**Art. 103. Murature, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni**Murature

Tutte le murature in genere, con spessore superiore a 15 cm, saranno misurate geometricamente in base al volume, con le misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci, e devono essere dedotti tutti i vuoti di superficie maggiore di 1 m<sup>2</sup>. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli e strombature.

Calcestruzzi

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal mododi esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono, inoltre, compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione dipalchi provvisori di servizio e dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato deve essere eseguita, nonché gli oneri derivanti dal getto e dalla vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata deve essere compensata a parte.

Casseforme

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computate a metro quadrato.

Acciaio per armature e reti elettrosaldateAcciaio per cemento armato

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in cemento armato, saranno valutate secondo il peso effettivo. Nel prezzo, oltre alla lavorazione e lo sfrido, è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

Solai, impermeabilizzazioni, rivestimenti, ecc.Solai

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo, come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà, invece, pagato al metro quadrato di superficie netta misurata all'interno dei cordoli e/o delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

Lavori in metalloRinghiere e cancellate semplici

Le ringhiere e cancellate con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, devono essere valutate a peso.

Ringhiere e cancellate con ornati

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi devono essere valutate a corpo.

Intonaci

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia, saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Tali prezzi varranno sia per superfici piane che per superfici curve.

Tinteggiature, coloriture e verniciatureSuperfici murarie esterne

Le tinteggiature eseguite su facciate o superfici esterne devono essere calcolate sulla massima altezza e massima larghezza, deducendo soltanto i vuoti superiori a 8 m<sup>2</sup> e 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, devono essere calcolate sulla massima altezza e massima larghezza, deducendo soltanto i vuoti superiori a 2 m<sup>2</sup> e con l'aggiunta dello sviluppo delle gronde, dei parapetti, dei sottobalconi, dei frontali e di qualunque altra sporgenza o rientranza.

Resta a carico dell'impresa esecutrice la protezione e la pulizia di davanzali, spalle, architravi e oggetti in genere.

In ogni caso, zoccolini, sagome, filettature, profilature, campionature, scuretti e cordonature, se eseguiti in colore diverso, devono essere misurate a parte, a metro lineare, secondo la linea più lunga.

**Infissi, ringhiere e simili**

La preparazione e la successiva tinteggiatura o laccatura di infissi e simili provenienti da dismissione deve essere valutata a corpo, comprendendo la dismissione e la ricollocazione dell'infisso dopo il trattamento.

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 eventuali superfici del vetro. È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino;
- per le finestre senza persiane, ma con scuretti, si computerà tre volte la luce netta dell'infisso, essendo così 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 dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura e sgocciolatoio del telaio;
- per persiane avvolgibili si computerà due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura del telaio;
- per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre, grandi vetrate, lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi di vetrine, si computeranno i tre quarti della superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori dei quali non si terrà conto nella misurazione;
- per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate esimili, sarà computata una volta la loro superficie misurata come sopra;
- per opere in ferro con ornati ricchissimi, nonché per pareti metalliche e lamiera striate, sarà computata una 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 lucenetta del vano, misurato in altezza, tra la soglia e la battuta della serranda, intendendo con ciò compensata anche la 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 accessori.

**Modalità di misurazione delle superfici**

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, deve 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 (serrature, maniglie e cerniere), l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

**Art. 104. Impianti elettrici****Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.**

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra e i collegamenti equipotenziali devono essere valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.



### Canalizzazioni e cavi

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre e il piatto di ferro zincato per le reti di terra, devono essere valutati al metro lineare, misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, i raccordi, i supporti, le staffe, le mensole e 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 cordae i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

I terminali dei cavi di MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT 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, aggiungendo 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 mm<sup>2</sup>, e i morsetti fissi oltre tale sezione.

Le scatole, le cassette di derivazione e i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta; in quelle dei box telefonici, invece, sono comprese le morsettiere.

### Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale devono essere valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori necessari per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- 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 traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori e i contattori da quadro, devono 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 carrello). Comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per far sì che l'interruttore sia funzionante.

I corpi illuminanti devono essere valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori necessari per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I frutti elettrici di qualsiasi tipo devono essere valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio, che devono essere valutati a numero.

#### Opere di assistenza agli impianti

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- 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 impianti idrico-sanitari, 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 stratoisolante, 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.

#### Impianti d'ascensore

Gli impianti d'ascensore devono essere valutati a corpo per ciascun impianto.

### **Art. 105. Tubazioni, pozzetti prefabbricati, pezzi speciali, apparecchiature e impianti**

#### 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 misurazione effettuata in contraddittorio sull'asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sovrapposte, detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette.

#### Pezzi speciali per tubazioni

I pezzi speciali per la posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve, gomiti, manicotti, riduzioni, tazze, tappi di chiusura, piatti di chiusura, ecc.) devono essere compensati a numero.

#### Valvole, saracinesche

Le valvole e le saracinesche varie deve essere valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Nel prezzo sono compresi anche i materiali di tenuta.

#### Pozzetti prefabbricati

I pozzetti prefabbricati devono essere pagati ad elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

Caditoie prefabbricate

Le caditoie prefabbricate devono essere pagate ad elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

Apparecchiature degli impianti

Le apparecchiature degli impianti devono essere valutate a numero e secondo le caratteristiche costruttive in relazione alle prescrizioni contrattuali.

**Art. 106. Opere stradali e pavimentazioni varie**Cigli e cunette

I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, devono essere pagati a metro cubo.

CarreggiataCompattazione meccanica dei rilevati

La compactazione meccanica dei rilevati deve essere valutata a metro cubo, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

Massicciata

La ghiaia, il pietrisco, e in generale tutti i materiali per massicciate stradali, si valuteranno a metro cubo.

Normalmente, la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera. Il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada, oppure in cataste di forma geometrica. La misurazione a scelta della direzione dei lavori verrà fatta o con canne metriche, oppure col mezzo di una cassa parallelepipedica 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 ognuna di un 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'impresa avrà mancato all'obbligo dell'uguaglianza dei cumuli, dovrà sottostare al danno che per avventura le potesse derivare da tale applicazione.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa, e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'impresa e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto detto vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindature e per le bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

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 si intende compensata di tutti gli oneri e obblighi necessari.

La misura e il pagamento possono riferirsi a volume misurato in opera o in cataste.

#### Cilindratura di massicciata e sottofondi

Il lavoro di cilindratura di massicciate con compressore a trazione meccanica deve essere pagato in ragione 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 cilindature, si intenderà compensata ogni spesa per nolo, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e ritorno in rimessa, sia per ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

La cilindratura di sottofondo, qualora venga ordinata, deve essere pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra (oppure a superficie cilindrata col prezzo di elenco).

Le cilindature possono essere previste anche a tonnellata-chilometro, e con prestazioni in economia, per lavori in economia, o per esecuzioni di pavimentazioni, applicazioni di manti superficiali, ecc., per i quali non sia compreso nel prezzo l'onere delle cilindature, nei quali casi si stabiliranno le necessarie prescrizioni, modo di misura e prezzo.

#### Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata

La valutazione per le fondazioni e le pavimentazioni in conglomerato cementizio e le fondazioni in terra stabilizzata deve essere a metro cubo di opera finita.

Lo spessore deve essere valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm, purché le differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle 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 che deve essere valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza a mezzo di pesatura diretta.

Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte.

#### Trattamenti protettivi delle pavimentazioni, manti di conglomerato, pavimentazioni di cemento

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e, in genere, qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore, verranno compensati a metro quadrato di superficie trattata.

I cordoli laterali (bordi) devono essere valutati a parte.

#### Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido

Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti devono essere pagati a metro quadrato di superficie realizzata.

#### Pavimentazioni di marciapiedi

Le pavimentazioni di marciapiedi devono essere compensate a metro quadrato di superficie realizzata.

**Soprastrutture stabilizzate**

Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso e in pozzolana stabilizzata con calce idrata, devono essere valutate a metro cubo di piano viabile completamente sistemato.

**Conglomerati bituminosi**

I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell'emulsione bituminosa, stesa del materiale e successivo costipamento mediante rullatura, devono essere valutati per ogni metro quadrato e per ogni centimetro di spessore finito.

**Art. 107. Noleggi**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli 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 materiali di 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 il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione del committente, e, cioè, anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro. In ogni altra condizione di cose, si applica il prezzo stabilito per meccanismi in riposo, anche durante il tempo impiegato per scaldare i meccanismi, portandoli a regime.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, 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 lavoro.

**Art. 108. Manodopera**

Gli operai per l'esecuzione dei lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

**Art. 109. Trasporti**

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera 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 corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare deve avvenire, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

**Art. 110. Opere a verde****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, ivicompreso il trasporto a rifiuto del materiale di risulta.

### Terre e terricci

La terra da coltivo per il riempimento delle buche o dei fossi deve essere pagata a metro cubo definitivamente sistemato a dimora.

### Correttivi e concimi

I correttivi di sabbia, argilla, ecc. per la normalizzazione fisica dei terreni devono essere compensati a metro cubo definitivamente steso e distribuito.

### 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 annaffiato.

L'annaffiamento delle alberature isolate deve essere compensato a numero per ogni pianta annaffiata.

### Raschiatura

La raschiatura deve essere pagata a metro quadrato di superficie trattata.

### Rasatura

La rasatura di tappeti erbosi deve essere pagata a metro quadrato di superficie trattata.

### Scerbatura

La scerbatura deve essere pagata a metro quadrato di superficie trattata.

### Alberi e piante erbacee

Gli alberi e le piante erbacee devono essere compensati a numero secondo la specie impiantata, compreso il primo annaffiamento, l'esecuzione della sconcatatura, la potatura, ecc.

### Ancoraggi sotterranei

Gli ancoraggi devono essere pagati a numero per ogni elemento definitivamente posato in opera, ivi comprese le legature necessarie provvisorie e/o definitive.

02						
01	07/03/2024	RECEPIMENTO RICHIESTE STAZIONE AP-PLATANTE				
00	09/02/2024	PRIMA EMISSIONE				
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Controllato (progettista)	Verificato (resp. Ufficio)	Approvato (Direttore)

# COMUNE DI GENOVA

Direzione di Area Infrastrutture Opere Pubbliche  
**PROGETTAZIONE**

Dirigente Responsabile

**Arch. Giuseppe CARDONA**

Comittente **ASSESSORATO BILANCIO, LAVORI PUBBLICI,  
OPERE STRATEGICHE INFRASTRUTTURALI, RAPPORTI CON I MUNICIPI**

Codice Progetto **09.28.02**

COORDINAMENTO  
PROGETTAZIONE **Arch. Giacomo GALLARATI**

RESPONSABILE UNICO  
PROCEDIMENTO **Arch. Giuseppe CARDONA**

MANDATARIA /CAPOGRUPPO  
Progettazione paesaggistica e sicurezza



**StudioSilva S.r.l.**  
Via privata A. Caccianino 3, 20131 Milano  
phone: +39 051 6360417

e-mail: info@studiosilva.it  
web: www.studiosilva.it

MANDANTI:  
Progettazione architettonica

**Arch. Dong Sub Bertin - DSB landscape** **DSB landscape**  
Via privata A. Caccianino 3, 20131 Milano  
phone: +39 051 6360417

e-mail: info@dsb-la.it  
web: www.dsb-la.it

Progettazione strutturale, viabilità e impiantistica

**StudioSPS S.r.l.**

Via Roma 9, Vimodrone (MI)  
phone: +39 02 2500672

**STUDIO SPS**

e-mail: info@studiosps.it  
web: www.studiosps.it

Elaborazione BIM

**Y.U.PPIES' SERVICES S.r.l.**

Via Pescaia n. 315, Modena  
phone: +39 059 282727

**YUPIES SERVICES**

e-mail: yuppies@yuppies.it  
web: www.yuppies.it

Geologia

**Geol. Paolo Peirone**

Via Barrili 4/1, Savona  
phone: +39 347 2764854



e-mail: paolopeirone@etatolimit.it

Consulente per la progettazione stradale

**Ing. Omar Bodrito**

Via Moncenisio 39, 10093 Collegno (TO)  
phone: +39 011 5826155

**Ingegneria.Consulenza.Servizi**

e-mail: obx@ob-x.it  
web: www.ob-x.it

IMPRESA ESECUTRICE



**TECNOTATTI**  
Via Borzoli 22B, 16153 Genova  
amministrazione@tecnotatti.it  
t. 010.8680201

IMPRESA AFFIDATARIA



**CMCI S.c.a.r.l. CONSORZIO STABILE**  
Via Di Cretpo 21, 16165 Genova  
info@cmci-italia.it t. 010.8684657



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**MINISTERO  
DELL'INTERNO**



**GENOVA CITTÀ  
METROPOLITANA**  
PIANO URBANO INTEGRATO

P.N.R.R. - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.2

Intervento/Opera

**LUNGOMARE CANEPA - Nuovo parco urbano lineare**

Oggetto della Tavola

**Computo metrico delle migliori**

Livello Progettazione

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GENERALE**

Codice MOGE

**20996**

Codice CUP

**B32H22002310006**

Codice identificativo tavola

Municipio <b>Centro Ovest</b>	<b>II</b>
Quartiere <b>SAMPIERDARENA</b>	<b>9</b>
N° progr. tav.	N° tot. tav.
Scala <b>--</b>	Data <b>09/02/2024</b>

Tavola n°  
**R12  
E-Gn**

## REVISIONI

<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Emesso da</b>	<b>Descrizione</b>
0	09/02/2024	Dott. Marco Sassatelli	Prima Emissione
1	07/03/2024	Dott. Marco Sassatelli	Recepimento richieste Stazione Appaltante



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_12 - Computo metrico delle migliorie</b>	1	Pag. 2 di 8

### STIMA DELLE MIGLIORIE ESPRESSE IN FASE DI GARA:

L'obiettivo risulta essere l'utilizzo di aree non disponibili all'attuale viabilità: a tal fine verrà fornito e posato conglomerato bituminoso, nello spessore fino a 7 cm, sulla superficie ad oggi occupata dalle barriere di protezione a centro strada. Inoltre, tale operazione, verrà eseguita anche in prossimità di un'altra area presente sulla carreggiata direzione ponente. Col l'avanzare del cantiere, tale conglomerato verrà scarificato e conferito a discarica.

vengono considerati gli spostamenti e i noleggi delle barriere new jersey necessari alla cantierizzazione proposta, a carico dell'impresa; ciò nella misura che supera l'importo previsto per tali operazioni a progetto definitivo, senza per cui comportare oneri aggiuntivi per l'amministrazione: si prevedono spostamenti eccedenti la previsione a definitivo per 3849 ml. Per quanto riguarda il noleggio delle barriere new jersey, la stima riguarda solamente 205 ml posizionati sul lato monte durante la fase 0 che consentono di destinare a viabilità un'area ad oggi non utilizzata; il resto del noleggio delle barriere utilizzate non comportano ulteriori costi a carico dell'amministrazione rispetto ai costi previsti in progetto definitivo in quanto, a fronte di riduzione dei tempi esecutivi e a fronte dell'utilizzo in parallelo delle barriere di proprietà dell'impresa e dell'amministrazione, risultano sempre 163.980,00 metrigiorno.

La cantierizzazione prevista permette una drastica riduzione del noleggio di impianto semaforico, in funzione del fatto che le due corsie per senso di marcia consentono una opportuna fluidità del traffico: nella seguente stima viene computato anche tale aspetto.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_12 - Computo metrico delle migliorie</b>	1	Pag. 3 di 8

### MIGLIORIE SUI LAVORI OFFERTE IN FASE DI GARA

CODICE PREZZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
65.B10.A12.015	Realizzazione di strato di collegamento eseguita con materiali rispondenti alle norme vigenti, in conglomerato bituminoso per binder con bitume tal quale, compresa la pulizia a fondo del piano di posa, mediante accurata scopatura meccanica, la spruzzatura preliminare di 0,600 kg di emulsione bituminosa al 55% per metro quadrato, la stesa in opera con idonee macchine finitrici e la cilindatura con idoneo rullo. Misurato in opera per strato di collegamento dello spessore, finito e compresso, di 7 cm. Esclusi gli interventi in orari notturni. per superfici oltre 700 mq e sino a 2.000 mq - interventi da eseguirsi fuori dai centri abitati in Provincia di Genova - interventi da eseguirsi in Provincia di Genova							
	Fase 0	mq	215,00	3,00		645,00	€ 23,49	<b>15 151,05 €</b>
	Fase 1	mq	811,00	1,80		1 459,80	€ 23,49	<b>34 290,70 €</b>
	Trasporto a discarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di discarica o smaltimento. TRASPORTO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO: (645+1459) x 0,07 = 147 mc							
20.A15.B10.010	per ogni chilometro del tratto entro i primi 5 km.	mc	147		5	735	0,74 €	<b>543,90 €</b>
20.A15.B10.015	da 5 a 10 km	mc	147		5	735	0,46 €	<b>338,10 €</b>
20.A15.B10.020	da 10 a 30 km	mc	147		20	2940	0,32 €	<b>940,80 €</b>
20.A15.B10.025	da 30 a 50 km	mc	147		20	2940	0,12 €	<b>352,80 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_12 - Computo metrico delle migliorie</b>	1	Pag. 4 di 8

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
65.A10.A40.040	Asportazione parziale di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso, eseguito con apposita macchina fresatrice a freddo, compreso il carico su qualsiasi mezzo di trasporto del materiale di risulta, la pulizia della sede stradale e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e l'onere per la presenza di chiusini, tombini e simili per profondita' di scarificazione fino a 3 cm: per superfici oltre 2000 m²							
	645+1459,8	mq	2104,80			2 104,80	€ 5,74	<b>12 081,55 €</b>
65.A10.A40.500	Asportazione parziale di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso, eseguito con apposita macchina fresatrice a freddo, compreso il carico su qualsiasi mezzo di trasporto del materiale di risulta, la pulizia della sede stradale e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e l'onere per la presenza di chiusini, tombini e simili per profondita' di scarificazione fino a 3 cm: sovrapprezzo per ogni cm di spessore in piu' oltre i primi 3 per lavorazioni nei centri urbani.							
	645+1459,8	mq	2104,80		4,00	8 419,20	€ 1,26	<b>10 608,19 €</b>
	Trasporto a discarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di discarica o smaltimento. (1459,8 + 645) x 0,07							
20.A15.B10.010	per ogni chilometro del tratto entro i primi 5 km.	mc	147		5	735	0,74 €	<b>543,90 €</b>
20.A15.B10.015	da 5 a 10 km	mc	147		5	735	0,46 €	<b>338,10 €</b>
20.A15.B10.020	da 10 a 30 km	mc	147		20	2940	0,32 €	<b>940,80 €</b>
20.A15.B10.025	da 30 a 50 km	mc	147		20	2940	0,12 €	<b>352,80 €</b>
25.A15.G10.021	Costo di smaltimento presso siti autorizzati di materiali provenienti da scavi, demolizioni, opere a verde, escluso il trasporto							

Intervento / Opera

COMUNE DI GENOVA –

**LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA**

Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_12 - Computo metrico delle migliorie</b>	1	Pag. 5 di 8

CODICE PREZZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
	miscele bituminose codice CER 170302 (fresato)							
	147 x 1,7	ton	250			250		
						250	41,40 €	10 350,00 €
<b>SUBTOTALE AL NETTO DEL RIBASSO</b>								<b>86 832,70 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_12 - Computo metrico delle migliorie</b>	1	Pag. 6 di 8

### MIGLIORIE SULLA SICUREZZA OFFERTE IN FASE DI GARA

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
95.A10.A30.010	Recinzione di delimitazione realizzata in elementi di calcestruzzo precompresso, tipo "barriera New Jersey" posizionamento e smontaggio o eventuale riposizionamento recinzioni provvisorie delimitazione corsie temporanee							
	fase 0	m				205	15,26 €	<b>3 128,30 €</b>
	fase 1 (posizionamento a monte)	m				911	15,26 €	<b>13 901,86 €</b>
	fase 2 (posizionamento a valle)	m				911	15,26 €	<b>13 901,86 €</b>
	fase 3 (posizionamento a valle)	m				911	15,26 €	<b>13 901,86 €</b>
	fase 4 (posizionamento a monte)	m				911	15,26 €	<b>13 901,86 €</b>
AP. SIC. 04	Chiusura notturna di corsia supplementare necessaria all'installazione dei dispositivi di protezione: operazione eseguita con coni ogni 12 metri posati ad inizio turno e tolti a fine turno.							
	fase 0	m			1	205	0,51 €	<b>104,55 €</b>
	fase 1 (posizionamento new jersey a monte)	m			3	911	0,51 €	<b>1 393,83 €</b>
	fase 2 (posizionamento new jersey a valle)	m			3	911	0,51 €	<b>1 393,83 €</b>
	fase 3 (posizionamento new jersey a valle)	m			3	911	0,51 €	<b>1 393,83 €</b>
	fase 4 (posizionamento new jersey a monte)	m			3	911	0,51 €	<b>1 393,83 €</b>
95.A10.A30.020	Recinzione di delimitazione realizzata in elementi di calcestruzzo precompresso, tipo "barriera New Jersey" Nolo valutato a metro giorno (i giorni oltre il 500° non daranno più diritto ad alcuna contabilizzazione) recinzioni provvisorie delimitazione corsie temporanee fasi							
	fase 0	m	205		110	22550	1,34 €	<b>30 217,00 €</b>

Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_12 - Computo metrico delle migliorie</b>	1	Pag. 7 di 8

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
95.A10.A30.020	Recinzione di delimitazione realizzata in elementi di calcestruzzo precompresso, tipo "barriera New Jersey" Nolo valutato a metro giorno (i giorni oltre il 500° non daranno più diritto ad alcuna contabilizzazione) recinzioni provvisorie delimitazione corsie temporanee fasi <b>Maggiore lunghezza per minor tempo: uguale quantità di quanto previsto a definitivo; per tale motivo costo della miglioria riferito a tale voce = 0€</b>							
	fase 1 (posizionamento a valle)	m	911		20	18220	1,34 €	<b>24 414,80 €</b>
	fase 2 (posizionamento a valle)	m	911		50	45550	1,34 €	<b>61 037,00 €</b>
	fase 3 (posizionamento a valle)	m	911		50	45550	1,34 €	<b>61 037,00 €</b>
	fase 4 (posizionamento a monte)	m	911		60	54660	1,34 €	<b>73 244,40 €</b>
	Previsto a definitivo	m	-911		180	-163980	1,34 €	<b>-219 733,20 €</b>
NP SIC 16	CESATE E RECINZIONI Cesata in pannelli di lamiera fissati a struttura metallica, compreso il montaggio, il noleggio per tutta la durata dei lavori, la segnaletica, lo smontaggio. (voce al netto del 10% degli utili d'impresa) pannelli schermatura cantiere a margine corsie temporanee <b>Diversa disposizione, ma in uguale quantità di quanto previsto a definitivo; per tale motivo costo della miglioria riferito a tale voce = 0€</b>							
	Previsto a definitivo (fase 1)	m	-911		2	-1822	21,32 €	<b>-38 845,04 €</b>
	Previsto a definitivo (fase 2)	m	-925		2	-1850	21,32 €	<b>-39 442,00 €</b>
AP.SIC.02	Dispositivo di protezione e recinzione per barriere stradali in pannelli di rete fissati a struttura, compreso il montaggio, il noleggio per tutta la durata dei lavori, lo smontaggio. (voce al netto del 10% degli utili d'impresa) pannelli in rete a margine corsie temporanee							
	per FASE 1	m	1822		1	1822	13,24 €	<b>24 123,28 €</b>
	per FASE 2	m	911		1	911	13,24 €	<b>12 061,64 €</b>
	per FASE 3	m	1850		1	1850	13,24 €	<b>24 494,00 €</b>
	per FASE 4	m	925		1	925	13,24 €	<b>12 247,00 €</b>

Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Gen_R_12 - Computo metrico delle migliorie</b>	1	Pag. 8 di 8

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
95.A10.A40.010	Impianto semaforico provvisorio composto da due carrelli mobili corredati di lanterne tre luci a batteria a funzionamento automatico alternato, comprese batterie, , caricabatterie, centralina, la manutenzione e i maggiori oneri di spostamento dell'impianto. valutato giorno 1680gg previsti a definitivo: viene usato solo 30gg - fase 4 in quanto migliorata la viabilità		30		1680	-1650		0,00 €
	Sommano	giorno				-1 650,00	31,05 €	-51 232,50 €
NP SIC 18	Cancellatura di segnaletica esistente sia di vernice spartitraffico, sia di vernice rifrangente che elastoplastica, eseguita mediante: vernice speciale di colore nero a base di ossidi, oleoresinoso o resina fenolica (voce al netto del 10% degli utili d'impresa)	mq				70	13,45 €	941,50 €
NP SIC 19	Strisce continue e/o discontinue colore bianco o giallo della larghezza di cm 12/15 eseguite con: vernice spartitraffico (voce al netto del 10% degli utili d'impresa)	m				9 939	1,57 €	15 604,23 €
NP SIC 11	Zebrature, frecce di direzione, scritte, ecc. di colore bianco o giallo eseguite con: vernice spartitraffico rifrangente (voce al netto del 10% degli utili d'impresa)	mq				403,35	13,95 €	5 626,73 €
							<b>SUBTOTALE LORDO</b>	<b>60 211,45 €</b>
							<b>TOTALE COSTO MIGLIORIE:</b>	<b>147 044,15 €</b>

02	07/03/2024	RECEPIMENTO RICHIESTE STAZIONE APPALTANTE				
01	09/02/2024	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI STAZIONE APPALTANTE E VERIFICATORI				
00	18/12/2023	PRIMA EMISSIONE				
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Controllato (progettista)	Verificato (resp. Ufficio)	Approvato (Direttore)

# COMUNE DI GENOVA

Direzione di Area Infrastrutture Opere Pubbliche  
**PROGETTAZIONE**

Dirigente Responsabile

**Arch. Giuseppe CARDONA**

Comittente **ASSESSORATO BILANCIO, LAVORI PUBBLICI,  
OPERE STRATEGICHE INFRASTRUTTURALI, RAPPORTI CON I MUNICIPI**

Codice Progetto **09.28.02**

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE **Arch. Giacomo GALLARATI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO **Arch. Giuseppe CARDONA**

MANDATARIA /CAPOGRUPPO  
Progettazione paesaggistica e sicurezza  
**StudioSilva S.r.l.**  
Via Mazzini 9/2 40137 Bologna  
phone: +39 051 6360417



e-mail: info@studiosilva.it  
web: www.studiosilva.it

MANDANTI:  
Progettazione architettonica  
**Arch. Dong Sub Bertin - DSB landscape** **DSB landscape**  
Via privata A. Carocianino 3, 20131 Milano  
phone: +39 02 43416151

e-mail: info@dsb-la.it  
web: www.dsb-la.it

Progettazione strutturale, viabilità e impiantistica

**StudioSPS S.r.l.**

Via Roma 9, Vimodrone (MI)  
phone: +39 02 2500672

**STUDIO SPS**

e-mail: info@studiosps.it  
web: www.studiosps.it

Elaborazione BIM

**Y.U.PPIES' SERVICES S.r.l.**

Via Pescaia n. 315, Modena  
phone: +39 059 282727

**YUPIES SERVICES**

e-mail: yuppies@yuppies.it  
web: www.yuppies.it

Geologia

**Geol. Paolo Peirone**

Via Barnili 4/1, Savona  
phone: +39 347 2764854



e-mail: paolopeirone@statolimit.it

Consulente per la progettazione stradale

**Ing. Omar Bodrito**

Via Moncenisio 39, 10093 Collegno (TO)  
phone: +39 011 5826155

**Ingegneria.Consulenza.Servizi**

e-mail: obx@ob-x.it  
web: www.ob-x.it

IMPRESA ESECUTRICE



**TECNOTATTI**  
Via Borzoli 22B, 16153 Genova  
amministrazione@tecnotatti.it  
t. 010.8680201

IMPRESA AFFIDATARIA



**CMCI S.c.a.r.l. CONSORZIO STABILE**  
Via Di Cretpo 21, 16165 Genova  
info@cmci-italia.it t. 010.8684657



Finanziato dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MINISTERO DELL'INTERNO



**GENOVA CITTÀ METROPOLITANA**  
PIANO URBANO INTEGRATO

P.N.R.R. - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.2

Intervento/Opera

**LUNGOMARE CANEPA - Nuovo parco urbano lineare**

Oggetto della Tavola

Computo metrico estimativo: oneri sicurezza

Livello Progettazione

**PROGETTO ESECUTIVO**

**SICUREZZA**

Codice MOGE

**20996**

Codice CUP

**B32H22002310006**

Codice identificativo tavola

Municipio	Centro Ovest	II
Quartiere	SAMPIERDARENA	9
N° progr. tav.	N° tot. tav.	
Scala	Data	
	18/12/2023	

Tavola n°  
**R03**  
**E-Sic**



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	1 di 19

## REVISIONI

Rev.	Data	Emesso da	Descrizione
0	18/12/2023	Dott. Marco Sassatelli	Prima Emissione
1	09/02/2024	Dott. Marco Sassatelli	Recepimento osservazioni Stazione Appaltante e Verificatori
2	07/03/2024	Dott. Marco Sassatelli	Recepimento richieste Stazione Appaltante

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	<b>2 di 19</b>

## NOTA.

Il presente computo contiene al suo interno le migliori offerte in fase di gara e che riguardano nel dettaglio gli spostamenti e i noleggi delle barriere new jersey necessari alla cantierizzazione proposta, a carico dell'impresa; ciò nella misura che supera l'importo previsto per tali operazioni a progetto definitivo, senza per cui comportare oneri aggiuntivi per l'amministrazione. Si prevedono spostamenti eccedenti la previsione a definitivo per 3849 ml. Per quanto riguarda il noleggio delle barriere new jersey, la stima riguarda solamente 205 ml posizionati sul lato monte durante la fase 0 che consentono di destinare a viabilità un'area ad oggi non utilizzata; il resto del noleggio delle barriere utilizzate non comportano ulteriori costi a carico dell'amministrazione rispetto ai costi previsti in progetto definitivo in quanto, a fronte di riduzione dei tempi esecutivi e a fronte dell'utilizzo in parallelo delle barriere di proprietà dell'impresa e dell'amministrazione, risultano sempre 163.980,00 metri/giorno.

La cantierizzazione prevista permette una drastica riduzione del noleggio di impianto semaforico, in funzione del fatto che le due corsie per senso di marcia consentono una opportuna fluidità del traffico: nella seguente stima viene computato anche tale aspetto.

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	3 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
NP SIC 18	Cancellatura di segnaletica esistente sia di vernice spartitraffico, sia di vernice rifrangente che elastoplastica, eseguita mediante: vernice speciale di colore nero a base di ossidi, oleoresinoso o resina fenolica (voce al netto del 10% degli utili d'impresa)							
	rimozione FASE 0		4900	0,15	2	1470		
			182,4	1		182,4		
	rimozione FASE 1		2480	0,15	2	744		
			212	1	1	212		
	Sommano	mq				2608,4	13,45 €	<b>35 082,98 €</b>
NP SIC 19	Strisce continue e/o discontinue colore bianco o giallo della larghezza di cm 12/15 eseguite con: vernice spartitraffico (voce al netto del 10% degli utili d'impresa)							
	uscita via sampierdarena	m	70		4	280		
	uscita piazzetta dei minolli	m	130		2	260		
	FASE 1	m	987		7	6909		
	FASE 2	m	987		3	2961		
	FASE 3	m	987		3	2961		
	FASE 4	m	987		4	3948		
	Sommano					17319	1,57 €	<b>27 190,83 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	4 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
NP SIC 11	Zebrature, frecce di direzione, scritte, ecc. di colore bianco o giallo eseguite con: vernice spartitraffico rifrangente (voce al netto del 10% degli utili d'impresa)							
	Fase 1							
	zebratura sampierdarena	mq	12	40	1	480	13,95 €	
	striscia arresto sampierdarena	mq	9,5	0,5	1	4,75	13,95 €	
	freccia diritto	mq	1,2	1	35	42	13,95 €	
	freccia diritto e/o deviazione	mq	2,15	1	5	10,75	13,95 €	
	freccia deviazione	mq	1,25	1	4	5	13,95 €	
	freccia di rientro	mq	1,55	1	15	23,25	13,95 €	
	Sommano					<b>565,75 €</b>	<b>13,95 €</b>	<b>7 892,21 €</b>
95.A10.A30.010	Recinzione di delimitazione realizzata in elementi di calcestruzzo precompresso, tipo "barriera New Jersey" posizionamento e smontaggio o eventuale riposizionamento recinzioni provvisorie delimitazione corsie temporanee							
	fase 0	m				205	15,26 €	<b>3 128,30 €</b>
	fase 1 (posizionamento a valle)	m				911	15,26 €	<b>13 901,86 €</b>
	fase 1 (posizionamento a monte)	m				911	15,26 €	<b>13 901,86 €</b>
	fase 2 (posizionamento a valle)	m				911	15,26 €	<b>13 901,86 €</b>
	fase 4 (posizionamento a valle) <u>vedi cme opere</u>	m				0	15,26 €	<b>0,00 €</b>
	fase 4 (posizionamento a monte)	m				911	15,26 €	<b>13 901,86 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	5 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
95.A10.A30.020	Recinzione di delimitazione realizzata in elementi di calcestruzzo precompresso, tipo "barriera New Jersey" Nolo valutato a metro giorno (i giorni oltre il 500° non daranno più diritto ad alcuna contabilizzazione) recinzioni provvisorie delimitazione corsie temporanee fasi							
	fase 0	m	205		110	22550	1,34 €	<b>30 217,00 €</b>
	fase 1 (posizionamento a valle)	m	911		20	18220	1,34 €	<b>24 414,80 €</b>
	fase 2 (posizionamento a valle)	m	911		50	45550	1,34 €	<b>61 037,00 €</b>
	fase 3 (posizionamento a valle)	m	911		50	45550	1,34 €	<b>61 037,00 €</b>
	fase 4 (posizionamento a monte)	m	911		60	54660	1,34 €	<b>73 244,40 €</b>
AP. SIC. 04	Chiusura notturna di corsia supplementare necessaria all'installazione dei dispositivi di protezione: operazione eseguita con coni ogni 12 metri posati ad inizio turno e tolti a fine turno.							
	fase 0	m			1	205	0,51 €	<b>104,55 €</b>
	fase 1 (posizionamento new jersey a monte)	m			3	911	0,51 €	<b>1 393,83 €</b>
	fase 2 (posizionamento new jersey a valle)	m			3	911	0,51 €	<b>1 393,83 €</b>
	fase 3 (posizionamento new jersey a valle)	m			3	911	0,51 €	<b>1 393,83 €</b>
	fase 4 (posizionamento new jersey a monte)	m			3	911	0,51 €	<b>1 393,83 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	6 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
NP SIC 16	CESATE E RECINZIONI Cesata in pannelli di lamiera fissati a struttura metallica, compreso il montaggio, il noleggio per tutta la durata dei lavori, la segnaletica, lo smontaggio. (voce al netto del 10% degli utili d'impresa) pannelli schermatura cantiere a margine corsie temporanee							
	per FASE 1	mq	925		1	925	21,32 €	<b>19 721,00 €</b>
	per FASE 2	mq	925		1	925	21,32 €	<b>19 721,00 €</b>
	per FASE 3	mq	911		1	911	21,32 €	<b>19 422,52 €</b>
	per FASE 4	mq	911		1	911	21,32 €	<b>19 422,52 €</b>
AP.SIC.02	Dispositivo di protezione e recinzione per barriere stradali in pannelli di rete fissati a struttura, compreso il montaggio, il noleggio per tutta la durata dei lavori, lo smontaggio.(voce al netto del 10% degli utili d'impresa)pannelli in rete a margine corsie temporanee							
	per FASE 1	€/m	911		1	911	13,24 €	<b>12 061,64 €</b>
	per FASE 3	€/m	911		1	911	13,24 €	<b>12 061,64 €</b>
95.A10.A10.010	Recinzione di cantiere, avente altezza minima fuori terra di 2,00 m, costituita da pannelli in acciaio elettrosaldato e zincato, del peso di 20 kg circa, montati su basi di calcestruzzo prefabbricate. Montaggio e smontaggio. Calcolato a corpo per le chiusure dei varchi della recinzione in new jersey	m						
	per FASE 0	m				60,00	7,16 €	<b>429,60 €</b>
	per FASE 1	m				136,00	7,16 €	<b>973,76 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	7 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
	per FASE 2 Parco + viabilità - (136 +1795)	m				1 931,00	7,16 €	<b>13 825,96 €</b>
	per FASE 3 viabilità	m				136,00	7,16 €	<b>973,76 €</b>
	per FASE 4 viabilità	m				136,00	7,16 €	<b>973,76 €</b>
	per FASE 5 viabilità	m				136,00	7,16 €	<b>973,76 €</b>
	A seguire fase 5 (lato sud)	m				911,00	7,16 €	<b>6 522,76 €</b>
95.A10.A10.015	Recinzione di cantiere, avente altezza minima fuori terra di 2,00 m, costituita da pannelli in acciaio elettrosaldato e zincato, del peso di 20 kg circa, montati su basi di calcestruzzo prefabbricate. Nolo valutato a metro giorno. (i giorni oltre il 500° non daranno più diritto ad alcuna contabilizzazione) Calcolato a corpo per le chiusure dei varchi della recinzione in new jersey							
	per FASE 0	m			10	70,15	0,10 €	<b>70,15 €</b>
	per FASE 1	m			20	136,00	0,10 €	<b>272,00 €</b>
	per FASE 2 Parco + viabilità - (136 +1795)	m			80	1 931,00	0,10 €	<b>15 448,00 €</b>
	per FASE 3 Parco + viabilità - (136 +1795)	m			50	1 931,00	0,10 €	<b>9 655,00 €</b>
	per FASE 4 Parco + viabilità - (136 +1795)	m			30	1 020,00	0,10 €	<b>3 060,00 €</b>
	per FASE 5 Parco + viabilità - (136 +1795)	m			90	1 020,00	0,10 €	<b>9 180,00 €</b>
	A seguire fase 5 Parco 1795m	m			190	1 795,00	0,10 €	<b>34 105,00 €</b>
95.A10.A20.010	Delimitazione di area di lavoro con nastro bianco - rosso e tondino in acciaio con relativo fungo copritondino per un'altezza complessiva fuori terra di 1,2 m.							
	per FASI 2/3/4 - All'interno del parco	m				1 070,00	6,84 €	<b>7 318,80 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	8 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
NP SIC 03	Fornitura e posa in opera di delineatore flessibile - Per cantieri stradali di lunga durata con prodotti antinvecchiamento, con tre inserti di pellicola ad alta rifrangenza per facciata protetti in sedi speciali ad incavo, peso non inferiore a kg 1,4, altezza cm 33, superficie base d'appoggio non inferiore a cmq 300, in gomma verniciata di rosso; posti in opera mediante uso di apposito collante per il fissaggio all'asfalto, previa preparazione, eventuale foratura e pulizia della superficie di ancoraggio, anche in presenza di traffico (voce al netto del 10% degli utili d'impresa) delineatori flessibili - fase cantiere 1: riduzione corsie e deviazione							
	per FASE 1 e fase 2	cad				76	22,97 €	<b>1 745,72 €</b>
	per FASE 4	cad	911		4	228	22,97 €	<b>5 231,42 €</b>
	per FASI 1-2-3-4 come richiesto da mobilità	cad				700	22,97 €	<b>16 079,00 €</b>
NP SIC 04	Segnale triangolare o ottagonale in lamiera di alluminio 25/10 PELL.CL.2 - Scatolato e rinforzato, finitura con smalto grigio a fuoco nella parte posteriore, interamente rivestito nella parte anteriore con pellicola di classe 2 da impiegare all'interno o all'esterno del cantiere, fornito e posto in opera; per tutti i simboli indicanti divieti, avvertimenti, prescrizioni, sicurezza, salvataggio e soccorso indicati nel codice della Strada e nel D.Lgs. 81/08 e s.m. e i. Nel prezzo sono compresi: - l'uso per la durata prevista; - i sostegni (fissi o mobili) per i segnali; - la manutenzione per tutto il periodo della fase di lavoro al fine di garantirne la funzionalità e l'efficienza; - l'accatastamento; - l'allontanamento a fine lavoro. Lato/diametro cm 90 – per il primo mese o frazione	cad						
	per FASE 0	cad				3	28,14 €	<b>84,42 €</b>



Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	9 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
	per FASE 1	cad				3	28,14 €	<b>84,42 €</b>
	per FASE 2	cad				3	28,14 €	<b>84,42 €</b>
	per FASE 3	cad				3	28,14 €	<b>84,42 €</b>
	per FASE 4	cad				4	28,14 €	<b>112,56 €</b>
	per FASE 5	cad				4	28,14 €	<b>112,56 €</b>
	A seguire fase 5 (Parco)	cad				6	28,14 €	<b>168,84 €</b>
NP SIC 05	Segnale triangolare o ottagonale in lamiera di alluminio 25/10 PELL.CL.2 - Scatolato e rinforzato, finitura con smalto grigio a fuoco nella parte posteriore, interamente rivestito nella parte anteriore con pellicola di classe 2 da impiegare all'interno o all'esterno del cantiere, fornito e posto in opera; per tutti i simboli indicanti divieti, avvertimenti, prescrizioni, sicurezza, salvataggio e soccorso indicati nel codice della Strada e nel D.Lgs. 81/08 e s.m. e i. Nel prezzo sono compresi:- l'uso per la durata prevista;- i sostegni (fissi o mobili) per i segnali;- la manutenzione per tutto il periodo della fase di lavoro al fine di garantirne la funzionalità e l'efficienza;- l'accatastamento;- l'allontanamento a fine lavoro. Lato/diametro cm 90 – per il primo mese o frazione	cad			mesi			
	per FASE 0	cad			2	3	5,97 €	<b>35,82 €</b>
	per FASE 1	cad			4	3	5,97 €	<b>71,64 €</b>
	per FASE 2	cad			4	3	5,97 €	<b>71,64 €</b>
	per FASE 3	cad			4	3	5,97 €	<b>71,64 €</b>
	per FASE 4	cad			4	4	5,97 €	<b>95,52 €</b>
	per FASE 5	cad			6	4	5,97 €	<b>143,28 €</b>
	A seguire fase 5 (Parco)	cad			8	6	5,97 €	<b>286,56 €</b>
								<b>776,10 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	10 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
NP SIC 06	<p>Segnale circolare o romboidale in lamiera di alluminio 25/10 PELL.CL.2 - Scatolato e rinforzato, finitura con smalto grigio a fuoco nella parte posteriore, interamente rivestito nella parte anteriore con pellicola di classe 2 da impiegare all'interno o all'esterno del cantiere, fornito e posto in opera; per tutti i simboli indicanti divieti, avvertimenti, prescrizioni, sicurezza, salvataggio e soccorso indicati nel codice della Strada e nel D.Lgs. 81/08 e s.m. e i. Nel prezzo sono compresi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'uso per la durata prevista;</li> <li>- i sostegni (fissi o mobili) per i segnali;</li> <li>- la manutenzione per tutto il periodo della fase di lavoro al fine di garantirne la funzionalità e l'efficienza;</li> <li>- l'accatastamento;</li> <li>- l'allontanamento a fine lavoro.</li> </ul> <p>Lato/diametro cm 60 – per il primo mese o frazione</p>							
	per FASE 0	cad				16	26,83 €	<b>429,28 €</b>
	per FASE 1	cad				16	26,83 €	<b>429,28 €</b>
	per FASE 2	cad				16	26,83 €	<b>429,28 €</b>
	per FASE 3	cad				16	26,83 €	<b>429,28 €</b>
	per FASE 4	cad				16	26,83 €	<b>429,28 €</b>
	per FASE 5	cad				18	26,83 €	<b>482,94 €</b>
	A seguire fase 5 (Parco)	cad				20	26,83 €	<b>536,60 €</b>
								<b>3 165,94 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	11 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
NP SIC 07	<p>Segnale circolare o romboidale in lamiera di alluminio 25/10 PELL.CL.2 - Scatolato e rinforzato, finitura con smalto grigio a fuoco nella parte posteriore, interamente rivestito nella parte anteriore con pellicola di classe 2 da impiegare all'interno o all'esterno del cantiere, fornito e posto in opera; per tutti i simboli indicanti divieti, avvertimenti, prescrizioni, sicurezza, salvataggio e soccorso indicati nel codice della Strada e nel D.Lgs. 81/08 e s.m. e i.</p> <p>Nel prezzo sono compresi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'uso per la durata prevista;</li> <li>- i sostegni (fissi o mobili) per i segnali;</li> <li>- la manutenzione per tutto il periodo della fase di lavoro al fine di garantirne la funzionalità e l'efficienza;</li> <li>- l'accatastamento;</li> <li>- l'allontanamento a fine lavoro.</li> </ul> <p>Lato/diametro cm 60 – per ogni mese in più o frazione</p>	cad			mesi			
	per FASE 0	cad			2	16	5,69 €	<b>182,08 €</b>
	per FASE 1	cad			4	16	5,69 €	<b>364,16 €</b>
	per FASE 2	cad			4	16	5,69 €	<b>364,16 €</b>
	per FASE 3	cad			5	16	5,69 €	<b>455,20 €</b>
	per FASE 4	cad			5	16	5,69 €	<b>455,20 €</b>
	per FASE 5	cad			6	18	5,69 €	<b>614,52 €</b>
	A seguire fase 5 (Parco)	cad			8	20	5,69 €	<b>910,40 €</b>
								<b>3 345,72 €</b>

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	12 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
NP SIC 08	Segnale circolare o romboidale in lamiera di alluminio 25/10 PELL.CL.2 - Scatolato e rinforzato, finitura con smalto grigio a fuoco nella parte posteriore, interamente rivestito nella parte anteriore con pellicola di classe 2 da impiegare all'interno o all'esterno del cantiere, fornito e posto in opera; per tutti i simboli indicanti divieti, avvertimenti, prescrizioni, sicurezza, salvataggio e soccorso indicati nel codice della Strada e nel D.Lgs. 81/08 e s.m. e i. Nel prezzo sono compresi:- l'uso per la durata prevista;- i sostegni (fissi o mobili) per i segnali;- la manutenzione per tutto il periodo della fase di lavoro al fine di garantirne la funzionalità e l'efficienza;- l'accatastamento;- l'allontanamento a fine lavoro. Lato/diametro cm 90 – per il primo mese o frazione							
	per FASE 0	cad				4	44,68 €	<b>178,72 €</b>
	per FASE 1	cad				4	44,68 €	<b>178,72 €</b>
	per FASE 2	cad				5	44,68 €	<b>223,40 €</b>
	per FASE 3	cad				5	44,68 €	<b>223,40 €</b>
	per FASE 4	cad				6	44,68 €	<b>268,08 €</b>
	per FASE 5	cad				8	44,68 €	<b>357,44 €</b>
	A seguire fase 5 (Parco)	cad				8	44,68 €	<b>357,44 €</b>
								<b>1 787,20 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	13 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
NP SIC 09	Segnale circolare o romboidale in lamiera di alluminio 25/10 PELL.CL.2 - Scatolato e rinforzato, finitura con smalto grigio a fuoco nella parte posteriore, interamente rivestito nella parte anteriore con pellicola di classe 2 da impiegare all'interno o all'esterno del cantiere, fornito e posto in opera; per tutti i simboli indicanti divieti, avvertimenti, prescrizioni, sicurezza, salvataggio e soccorso indicati nel codice della Strada e nel D.Lgs. 81/08 e s.m. e i. Nel prezzo sono compresi: - l'uso per la durata prevista; - i sostegni (fissi o mobili) per i segnali; - la manutenzione per tutto il periodo della fase di lavoro al fine di garantirne la funzionalità e l'efficienza; - l'accatastamento; - l'allontanamento a fine lavoro. Lato/diametro cm 90 – per il primo mese o frazione							
	per FASE 0	cad			2	4	9,47 €	<b>75,76 €</b>
	per FASE 1	cad			4	4	9,47 €	<b>151,52 €</b>
	per FASE 2	cad			4	5	9,47 €	<b>189,40 €</b>
	per FASE 3	cad			5	5	9,47 €	<b>236,75 €</b>
	per FASE 4	cad			5	6	9,47 €	<b>284,10 €</b>
	per FASE 5	cad			5	8	9,47 €	<b>378,80 €</b>
	A seguire fase 5 (Parco)	cad			7	8	9,47 €	<b>530,32 €</b>
								<b>1 846,65 €</b>
95.F10.A30.010	Sacchetto di appesantimento per la stabilizzazione di supporti mobili quali cavalletti, basi per pali, sostegni, segnali stradali, in pvc di colore arancio con riempimento in graniglia di pietra					97	11,30 €	<b>1 096,10 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	14 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
95.F10.A35.015	segnalazioni effettuata da moviere per la regolazione dei flussi di traffico viario con palette rosse e verdi							
	per FASE 0	h				16	28,36 €	<b>453,76 €</b>
	per FASE 1	h				32	28,36 €	<b>907,52 €</b>
	per FASE 2	h				64	28,36 €	<b>1 815,04 €</b>
	per FASE 3	h				64	28,36 €	<b>1 815,04 €</b>
	per FASE 4	h				64	28,36 €	<b>1 815,04 €</b>
	per FASE 5	h				16	28,36 €	<b>453,76 €</b>
PR.A41.C15.010	coppia di palette rossa e verde per segnalazioni	cad				4	12,30 €	<b>49,20 €</b>
95.C10.A10.050	Locale igienico chimico. Compreso il montaggio ed il successivo smontaggio, la preparazione della base di appoggio, gli oneri per la periodica pulizia ed i relativi materiali di consumo. Per ogni mese di impiego.							
	per area di cantiere (tutta durata 420gg)	cad		14	2	28		
	per FASE 1 (30gg)	cad		1	2	2		
	per FASE 2 (80gg)	cad		2,66	2	5,32		
	per FASE 3 (50gg)	cad		1,66	2	3,32		
	per FASE 4 (260gg)	cad		8,66	2	17,32		
	sommano	cad				<b>55,96</b>	<b>172,50 €</b>	<b>9 653,10 €</b>

Intervento / Opera			
<b>COMUNE DI GENOVA – LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	15 di 19

CODICE PREZZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
95.C10.A20.010	Locale spogliatoio Locale spogliatoio, costituito da monoblocco in lamiera ziancata coibentata, completo di impianto elettrico e idrico, di armadietti e panche, compresi oneri di montaggio e smontaggio, il tutto conforme a quanto previsto nell'allegato XIII del D.lgs. 9/4/2008, n° 81 e s.m.i., delle dimensioni di circa 2,20x4,50x2,40 m circa, valutato per i primi 12 mesi di utilizzo.  (baracche adibite a baracca spogliatoio; ufficio; ufficio DL; mensa)	cad				6	870,75 €	<b>5 224,50 €</b>
95.F10.A10.010	Segnaletica Cartello generale di cantiere conforme alle norme del regolamento edilizio, del D.lgs. 81/2008, del D.lgs. 163/2006 e loro s.m.i., della dimensione minima di 2.00 m².	cad				4	345,00 €	<b>1 380,00 €</b>
95.F10.A10.020	Segnaletica Cartello di segnaletica generale, delle dimensioni di 1.00x 1,40, in PVC pesante antiurto, contenente segnali di pericolo, divieto e obbligo, inerenti il cantiere, valutato a cartello per distanza di lettura fino a 23 m, conformi UNI EN ISO 7010:2012.	cad				10	14,58 €	<b>145,80 €</b>
AP.SIC.01	Dispositivo luminoso, ad integrazione delle segnalazioni ordinarie dei cantieri stradali, nelle ore notturne o in caso di scarsa visibilità, di colore giallo, lampeggiante, o rosso, a luce fissa, con lente in polistirolo antiurto, diametro 200 mm, ruotabile a 360° rispetto alla base, funzionamento a batteria (comprese nella valutazione), fotosensore (disattivabile) per il solo funzionamento notturno: dispositivo con lampada alogena, costo di utilizzo per un mese.							
	Cancelli aree di cantiere	m	80	14	18	62		

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	16 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE	
			b	h					
	per FASE 0	m	250	1	18	14			
	per FASE 1 911x2		1822	1	18	101			
	per FASE 2 Parco + viabilità - (911 +1795)		2842	3	18	474			
	per FASE 3 Parco + viabilità - (911 x 2 +1795)		3617	2	18	402			
	per FASE 4 Parco + viabilità -	m	1795	1	18	100			
	per FASE 5 Parco + viabilità -	m	1795	3	18	299			
	A seguire fase 5 Parco 1795m	m	1795	6	18	598			
	sommano	€/cad/mese				2050	4,39 €	<b>8 999,99 €</b>	
NP SIC 20	Opere edili Operaio Specializzato (voce al netto del 10% degli utili d'impresa) coordinamento per utenze nell'area di scavo quali: Elettrodotti MT – Edistribuzione / Metanodotto Ireti / Acquedotto Iren Acqua / Fangodotti Iren Acqua / Teleriscaldamento Iren Energia	h				120	33,81 €	<b>4 057,20 €</b>	
NP SIC 20	Opere edili Operaio Specializzato (voce al netto del 10% degli utili d'impresa) coordinamento con Terna per definire esatta posizione e quota elettrodotto AT, al fine di evitare qualunque possibile interferenza di scavi e opere di fondazione con il tracciato	h				72	33,81 €	<b>2 434,32 €</b>	
95.A10.A05.010	Impianti di cantiere (art. 4.1.1c All. XV D.Lgs. 81/08) Quadro elettrico di cantiere Ammortamento giornaliero quadro elettrico da cantiere 12 prese (durata 2 anni)	giorno				4	420	1,30 €	<b>2 184,00 €</b>



Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	17 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
95.A10.A40.010	Impianto semaforico provvisorio composto da due carrelli mobili corredati di lanterne tre luci a batteria a funzionamento automatico alternato, comprese batterie, , caricabatterie, centralina, la manutenzione e i maggiori oneri di spostamento dell'impianto. valutato giorno							
	^ semaforo fase 4		240		7	1680		
	Sommano	giorno				1 680,00	31,05 €	<b>52 164,00 €</b>
NP SIC 17	ATTREZZATUREVARIENolodinebulizzatore/atomizzatore, portato o trainato (prodotto escluso), con operatore (vocealnetto del 10% degli uti di impresa) riduzioneemissione polverinell'ambiente durante telefasidi scavo(n.2nebulizzatori*165gg*8h) movimentiterraedemolizioniiareaparcoelivellamento strada	ora				766	29,33 €	<b>22 466,78 €</b>
95.A10.A20.010	Delimitazione area di lavoro con nastro bianco rosso Delimitazione di area di lavoro con nastro bianco - rosso e tondino in acciaio con relativo fungo copritondino per un'altezza complessiva fuori terra di 1,2 m.	m				1400	6,84 €	<b>9 576,00 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	18 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
NP SIC 20	Opere edili Operaio Specializzato (voce al netto del 10% degli utili d'impresa) Onere per la sorveglianza di tutte le aree di cantiere e della viabilità limitrofa, per il mantenimento in efficienza di tutti gli apprestamenti di sicurezza anche durante i fermi cantiere, le festività e l'orario notturno. Comprende l'onere di verificare periodicamente tutte le recinzioni e le segnaletiche di sicurezza, prescrizione, indicazione sia orizzontale che verticale, interna ed esterna al cantiere N. controlli 80 x N. preposti 1 x N. h 0,5 80*1*0,5	ora				120	33,81 €	<b>4 057,20 €</b>
NP SIC 20	Opere edili Operaio Specializzato (voce al netto del 10% degli utili d'impresa) Partecipazione alle riunioni di coordinamento fra Direttori Tecnici/Preposti delle imprese coinvolte nelle lavorazioni in corso ed CSE. Il numero delle riunioni potrà variare secondo le esigenze riscontrate in fase esecutiva dal CSE. In fase di progettazione si prevedono riunioni mensili. N. riunioni 20 x N. imprese 3 x N. addetti 1 x N. h 2 20*3*1*2	ora				120	33,81 €	<b>4 057,20 €</b>

Intervento / Opera			
COMUNE DI GENOVA – <b>LUNGOMARE CANEPA: NUOVO PARCO URBANO LINEARE - PNRR M5C2-2.2 PUI SAMPIERDARENA</b>			
Data	N° Documento – Titolo Documento	Revisione	Pagina
07/03/2024	<b>E_Sic_R_03 – Computo metrico estimativo: oneri sicurezza</b>	2	19 di 19

CODICE PREZIARI	DESCRIZIONE	UM	DIMENSIONI		PARTI UGUALI	QUANTITA'	ONERE	ONERE TOTALE
			b	h				
NP SIC 10	<p>Passerella carrabile metallica per passaggio di veicoli da cantiere, per il superamento di scavi o spazi ponenti sulvuoto fornita e posta in opera. Sono compresi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'uso per la durata della fase di lavoro che lo richiede al fine di garantire la sicurezza dei lavoratori; il montaggio e lo smontaggio anche quando, per motivi legati alla sicurezza dei lavoratori, queste azioni vengono ripetute più volte durante la fase di lavoro;</li> <li>- il documento che indica le caratteristiche tecniche, con particolare riferimento al carico che può transitare in relazione alla luce da superare e le istruzioni per l'uso e la manutenzione</li> <li>- l'accatastamento e lo smaltimento a fine opera</li> </ul> <p>Gli apprestamenti sono di proprietà dell'impresa. È inoltre compreso quanto altro occorre per l'utilizzo temporaneo della passerella. Misurato a metro quadrato posto in opera, per l'intera durata della fase di lavoro e per ampiezze da superare non superiori a m 3,00</p>	m <sup>2</sup>				70	78,87 €	<b>5 520,90 €</b>
AP.SIC.03	<p>Strisce continue e/o discontinue colore giallo della larghezza di cm 12 eseguite con: laminato elastoplastico (voce al netto del 10% degli utili d'impresa)</p>	m				500	12,21 €	<b>6 105,00 €</b>

<b>TOTALE ONERI SICUREZZA</b>	<b>782 786,91 €</b>
-------------------------------	---------------------

02						
01	07/03/2024	RECEPIMENTO RICHIESTE STAZIONEAP-PLATANTE				
00	18/12/2023	PRIMA EMISSIONE				
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Controllato (progettista)	Verificato (resp. Ufficio)	Approvato (Direttore)

# COMUNE DI GENOVA

Direzione di Area Infrastrutture Opere Pubbliche  
**PROGETTAZIONE**

Dirigente Responsabile

**Arch. Giuseppe CARDONA**

Comittente **ASSESSORATO BILANCIO, LAVORI PUBBLICI,  
OPERE STRATEGICHE INFRASTRUTTURALI, RAPPORTI CON I MUNICIPI**

Codice Progetto **09.28.02**

COORDINAMENTO  
PROGETTAZIONE **Arch. Giacomo GALLARATI**

RESPONSABILE UNICO  
PROCEDIMENTO **Arch. Giuseppe CARDONA**

MANDATARIA /CAPOGRUPPO  
Progettazione paesaggistica e sicurezza

**StudioSilva S.r.l.**  
Via Mazzini 9/2 40137 Bologna  
phone: +39 051 6360417



e-mail: info@studiosilva.it  
web: www.studiosilva.it

MANDANTI:  
Progettazione architettonica

**Arch. Dong Sub Bertin - DSB landscape** **DSB landscape**  
Via privata A. Caccianino 3, 20131 Milano  
phone: +39 02 43418151

e-mail: info@dsb-la.it  
web: www.dsb-la.it

Progettazione strutturale, viabilità e impiantistica

**StudioSPS S.r.l.**  
Via Roma 9, Vimodrone (MI)  
phone: +39 02 2500672

**STUDIO SPS**

e-mail: info@studiosps.it  
web: www.studiosps.it

Elaborazione BIM

**Y.U.PPIES' SERVICES S.r.l.**  
Via Pescaia n. 315, Modena  
phone: +39 059 282727

**YUPIES SERVICES**

e-mail: yuppies@yuppies.it  
web: www.yuppies.it

Geologia

**Geol. Paolo Peirone**  
Via Barrili 4/1, Savona  
phone: +39 347 2764854



e-mail: paolopeirone@etatolimit.it

Consulente per la progettazione stradale

**Ing. Omar Bodrito**

Via Moncenisio 39, 10093 Collegno (TO)  
phone: +39 011 5826155

**Ingegneria.Consulenza.Servizi**

e-mail: obx@ob-x.it  
web: www.ob-x.it

IMPRESA ESECUTRICE



**TECNOTATTI**  
Via Borzoli 22B, 16153 Genova  
amministrazione@tecnotatti.it  
t. 010.8680201

IMPRESA AFFIDATARIA



**CMCI S.c.a.r.l. CONSORZIO STABILE**  
Via Di Cretpo 21, 16165 Genova  
info@cmci-italia.it t. 010.8684657



MINISTERO  
DELL'INTERNO



**GENOVA CITTÀ  
METROPOLITANA  
PIANO URBANO INTEGRATO**

P.N.R.R. - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.2

Intervento/Opera

**LUNGOMARE CANEPA - Nuovo parco urbano lineare**

Oggetto della Tavola

**Cronoprogramma**

Livello Progettazione

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GENERALE**

Codice MOGE

**20996**

Codice CUP

**B32H22002310006**

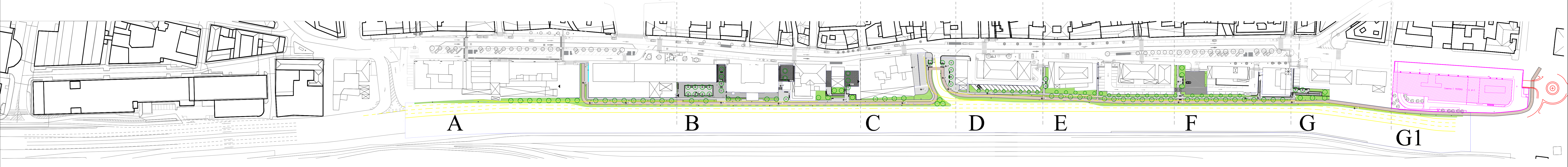
Codice identificativo tavola

Municipio <b>Centro Ovest</b>	<b>II</b>
Quartiere <b>SAMPIERDARENA</b>	<b>9</b>
N° progr. tav.	N° tot. tav.
Scala <b>--</b>	Data <b>18/12/2023</b>

Tavola n°  
**R05  
E-Sic**

Id	Modulo	Nome attività	Quantità	Unità	Previsione	Previsione
1	LAVORI STRADALI	400	mq	15/12/23	24.962,5	
2	FASE 0	30g	mq	15/12/23	24.962,5	
3	segnalica orizzontale/verticale di cantiere	5g	mq	15/12/23	40	40
4	posa rete pvc preconsolidata	5g	mq	15/12/23	40	40
5	posa rete	5g	mq	15/12/23	40	40
6	asportazione carpenteria metallica	5g	mq	15/12/23	40	40
7	demolizione	5g	mq	15/12/23	40	40
8	asfaltatura	5g	mq	15/12/23	40	40
9	spandimento new jersey	5g	mq	15/12/23	40	40
10	FASE 1	30g	mq	22/02/24	44.962,5	
11	segnalica orizzontale/verticale di cantiere	5g	mq	22/02/24	40	40
12	posa rete pvc preconsolidata	5g	mq	22/02/24	40	40
13	posa rete	5g	mq	22/02/24	40	40
14	asportazione guard rail	30g	mq	05/01/24	249,5 g	130,5 g
15	asfaltatura	5g	mq	05/01/24	40	40
16	FASE 2	30g	mq	11/03/24	44.962,5	
17	segnalica orizzontale/verticale di cantiere	5g	mq	11/03/24	40	40
18	posa rete pvc preconsolidata	5g	mq	11/03/24	40	40
19	posa rete	5g	mq	11/03/24	40	40
20	asportazione guard rail	30g	mq	18/03/24	249,5 g	130,5 g
21	frattura	30g	mq	18/03/24	200	200
22	demolizione marciapiede	20g	mq	18/03/24	200,5 g	200,5 g
23	scavi	20g	mq	20/03/24	230,5 g	230,5 g
24	spandimento base in pubblica	20g	mq	20/03/24	230,5 g	230,5 g
25	nuovi fessoi e scarpe meteoche	20g	mq	08/04/24	240+10 g	240+10 g
26	rampamenti	20g	mq	15/04/24	250,5 g	250,5 g
27	posa cordoli nuovo marciapiede	20g	mq	22/04/24	260,5 g	260,5 g
28	asfaltatura marciapiede	20g	mq	29/04/24	260,5 g	260,5 g
29	asfaltatura sabbia	30g	mq	06/05/24	290,5 g	290,5 g
30	posa rete pvc preconsolidata	5g	mq	13/05/24	300,5 g	300,5 g
31	FASE 3	30g	mq	20/06/24	44.962,5	
32	segnalica orizzontale/verticale di cantiere	5g	mq	20/06/24	40	40
33	posa rete pvc preconsolidata	5g	mq	20/06/24	40	40
34	posa rete	5g	mq	20/06/24	40	40
35	frattura	5g	mq	27/06/24	34	34
36	scavi	20g	mq	03/07/24	250,5 g	250,5 g
37	rampamenti	30g	mq	10/07/24	300,5 g	300,5 g
38	asfaltatura	30g	mq	17/07/24	300,5 g	300,5 g
39	asfaltatura sabbia	30g	mq	24/07/24	330,5 g	330,5 g
40	posa rete pvc preconsolidata	5g	mq	31/07/24	340	340
41	FASE 4	30g	mq	07/09/24	44.962,5	
42	segnalica orizzontale/verticale di cantiere	5g	mq	07/09/24	40	40
43	posa rete pvc preconsolidata	5g	mq	07/09/24	40	40
44	frattura	5g	mq	14/09/24	40	40
45	scavi	20g	mq	21/09/24	40	40
46	rampamenti	30g	mq	28/09/24	430,5 g	430,5 g
47	asfaltatura	30g	mq	05/10/24	46	46
48	asfaltatura sabbia	5g	mq	12/10/24	47	47
49	FASE 5	30g	mq	19/11/24	44.962,5	
50	segnalica orizzontale/verticale di cantiere	5g	mq	19/11/24	48	48
51	posa rete pvc preconsolidata	5g	mq	19/11/24	50	50
52	frattura	5g	mq	26/11/24	51	51
53	scavi	40g	mq	26/09/24	52,138	52,138
54	scavi h.c.a. per baionette guard rail e barriere antistriscione	40g	mq	12/10/24	530,5 g	530,5 g
55	compartimenti	60g	mq	31/10/24	540+10 g	540+10 g
56	SDR/STRIPPO	12g	mq	07/12/23	55	55
57	asfaltatura sabbia (fondi-bordi)	30g	mq	14/12/23	56	56
58	asfaltatura tappeto finale su tutte le corsie	5g	mq	14/06/25	201	201
59	segnalica definitiva su tutte le corsie	20g	mq	24/06/25	57	57
60	LAVORI FINITI	30g	mq	11/01/24	17	17
61	FASE FINALE	0g	mq	11/01/24	17	17
62	Attività lato OMS	70g	mq	18/03/24	639,5 g	639,5 g
63	Recinzione area	2g	mq	18/03/24	63	63
64	Recinzione verde pubblico esistente	2g	mq	25/03/24	66	66
65	Rimozione bordi acilide/marciapiede	3g	mq	25/03/24	67	67
66	Scivolo 35 cm	2g	mq	03/04/24	68	68
67	Scivolo 45 cm. Per verde parco	3g	mq	03/04/24	69	69
68	Scavi per eventuali sottosuoli	2g	mq	03/04/24	70	70
69	Posa sottosuoli, pozzi e bacimenti per impianto elettrico	5g	mq	08/04/24	71	71
70	Scavi per marciapiede a 35 cm	3g	mq	15/04/24	72	72
71	Posa bordi in areraia	5g	mq	18/04/24	73	73
72	Scavi per cuspide 130 cm	30g	mq	08/05/24	74	74
73	Posa cuspidi	30g	mq	22/05/24	75	75
74	Rampamento con terra vegetale	5g	mq	23/05/24	76	76
75	Esecuzione massetti	5g	mq	30/05/24	77	77
76	Posa autoadibacanti	5g	mq	06/06/24	78	78
77	Riprese asfaltatura	5g	mq	13/06/24	79	79
78	Spandimento resinazione e restituzione generale aree di pubblico	2g	mq	20/06/24	80	80
79	Attività lato OMS	70g	mq	27/06/24	249,774	249,774
80	Recinzione area	2g	mq	27/06/24	81	81
81	Recinzione verde pubblico esistente	2g	mq	24/07/24	84	84
82	Rimozione bordi acilide/marciapiede	3g	mq	24/07/24	85	85
83	Scivolo 35 cm	2g	mq	03/08/24	87	87
84	Scivolo 45 cm. Per verde parco	2g	mq	03/08/24	88	88
85	Scavi per eventuali sottosuoli	2g	mq	03/08/24	89	89
86	Posa sottosuoli, pozzi e bacimenti per impianto elettrico	5g	mq	10/08/24	90	90
87	Scavi per marciapiede a 35 cm	3g	mq	23/08/24	91	91
88	Posa bordi in areraia	5g	mq	28/08/24	92	92
89	Scavi per cuspide 130 cm	30g	mq	30/08/24	93	93
90	Posa cuspidi	30g	mq	13/09/24	94	94
91	Rampamento con terra vegetale	5g	mq	03/09/24	95	95
92	Esecuzione massetti	5g	mq	10/09/24	96	96
93	Posa autoadibacanti	5g	mq	17/09/24	97	97
94	Riprese asfaltatura	5g	mq	24/09/24	98	98
95	Spandimento resinazione e restituzione generale aree di pubblico	2g	mq	25/09/24	99	99
96	Attività lato OMS	70g	mq	20/09/24	249,774	249,774
97	Recinzione area	2g	mq	20/09/24	101	101
98	Recinzione verde pubblico esistente	2g	mq	17/10/24	104	104
99	Rimozione bordi acilide/marciapiede	3g	mq	17/10/24	105	105
100	Scivolo 35 cm	2g	mq	06/11/24	106	106
101	Scivolo 45 cm. Per verde parco	3g	mq	06/11/24	107	107
102	Scavi per eventuali sottosuoli	2g	mq	06/11/24	108	108
103	Posa sottosuoli, pozzi e bacimenti per impianto elettrico	5g	mq	13/11/24	109	109
104	Scavi per marciapiede a 35 cm	3g	mq	18/11/24	110	110
105	Posa bordi in areraia	5g	mq	20/11/24	111	111
106	Scavi per cuspide 130 cm	30g	mq	10/12/24	112	112
107	Posa cuspidi	30g	mq	24/12/24	113	113
108	Rampamento con terra vegetale	5g	mq	24/12/24	114	114
109	Esecuzione massetti	5g	mq	03/01/25	115	115
110	Posa autoadibacanti	5g	mq	10/01/25	116	116
111	Riprese asfaltatura	5g	mq	17/01/25	117	117
112	Spandimento resinazione e restituzione generale aree di pubblico	2g	mq	24/01/25	118	118
113	Attività lato OMS	70g	mq	20/01/24	249,774	249,774
114	Recinzione area	2g	mq	20/01/24	121	121
115	Recinzione verde pubblico esistente	2g	mq	17/02/24	124	124
116	Rimozione bordi acilide/marciapiede	3g	mq	17/02/24	125	125
117	Scivolo 35 cm	2g	mq	06/03/24	126	126
118	Scivolo 45 cm. Per verde parco	3g	mq	06/03/24	127	127
119	Scavi per eventuali sottosuoli	2g	mq	06/03/24	128	128
120	Posa sottosuoli, pozzi e bacimenti per impianto elettrico	5g	mq	13/03/24	129	129
121	Scavi per marciapiede a 35 cm	3g	mq	18/03/24	130	130
122	Posa bordi in areraia	5g	mq	20/03/24	131	131
123	Scavi per cuspide 130 cm	30g	mq	10/04/24	132	132
124	Posa cuspidi	30g	mq	24/04/24	133	133
125	Rampamento con terra vegetale	5g	mq	24/04/24	134	134
126	Esecuzione massetti	5g	mq	03/05/24	135	135
127	Posa autoadibacanti	5g	mq	10/05/24	136	136
128	Riprese asfaltatura	5g	mq	17/05/24	137	137
129	Spandimento resinazione e restituzione generale aree di pubblico	2g	mq	24/05/24	138	138
130	Attività lato OMS	70g	mq	20/05/24	249,774	249,774
131	Recinzione area	2g	mq	20/05/24	140	140
132	Recinzione verde pubblico esistente	2g	mq	17/06/24	143	143
133	Rimozione bordi acilide/marciapiede	3g	mq	17/06/24	144	144
134	Scivolo 35 cm	2g	mq	06/07/24	145	145
135	Scivolo 45 cm. Per verde parco	3g	mq	06/07/24	146	146
136	Scavi per eventuali sottosuoli	2g	mq	06/07/24	147	147
137	Posa sottosuoli, pozzi e bacimenti per impianto elettrico	5g	mq	13/07/24	148	148
138	Scavi per marciapiede a 35 cm	3g	mq	18/07/24	149	149
139	Posa bordi in areraia	5g	mq	20/07/24	150	150
140	Scavi per cuspide 130 cm	30g	mq	10/08/24	151	151
141	Posa cuspidi	30g	mq	24/08/24	152	152
142	Rampamento con terra vegetale	5g	mq	24/08/24	153	153
143	Esecuzione massetti	5g	mq	03/09/24	154	154
144	Posa autoadibacanti	5g	mq	10/09/24	155	155
145	Riprese asfaltatura	5g	mq	17/09/24	156	156
146	Spandimento resinazione e restituzione generale aree di pubblico	2g	mq	24/09/24	157	157
147	Attività lato OMS	70g	mq	20/09/24	249,774	249,774
148	Recinzione area	2g	mq	20/09/24	159	159
149	Recinzione verde pubblico esistente	2g	mq	17/10/24	162	162
150	Rimozione bordi acilide/marciapiede	3g	mq	17/10/24	163	163
151	Scivolo 35 cm	2g	mq	06/11/24	164	164
152	Scivolo 45 cm. Per verde parco	3g	mq	06/11/24	165	165
153	Scavi per eventuali sottosuoli	2g	mq	06/11/24	166	166
154	Posa sottosuoli, pozzi e bacimenti per impianto elettrico	5g	mq	13/11/24	167	167
155	Scavi per marciapiede a 35 cm	3g	mq	18/11/24	168	168
156	Posa bordi in areraia	5g	mq	20/11/24	169	169
157	Scavi per cuspide 130 cm	30g	mq	10/12/24	170	170
158	Posa cuspidi	30g	mq	24/12/24	171	171
159	Rampamento con terra vegetale	5g	mq	24/12/24	172	172
160	Esecuzione massetti	5g	mq	03/01/25	173	173
161	Posa autoadibacanti	5g	mq	10/01/25	174	174
162	Riprese asfaltatura					

Cantierizzazione lato città - sovrapposizione piano di segnalamento fase 1, fase 2 e fase 3



Cantierizzazione lato città - sovrapposizione con Fase 4

