



COMUNE DI GENOVA
 Direzione Ambiente
 Settore Politiche Energetiche

COMUNE DI GENOVA

PROGETTO DEL DISTRETTO ENERGETICO DI TELERISCALDAMENTO
 DI PIAZZA FERRARI
 PROGETTO: GEN-IUS GENoa Innovative Urban Sustainability

R.U.P. : Ing. Massimiliano Varrucchi Revisori : Ing. Linda Pagani
Project Manager: Dott. Corrado Conti Ing. Fabio Minchio



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Progettazione:



SEINGIM GLOBAL SERVICE S.r.l.
 Sede Legale: Viale Duca d'Aosta 67/6
 30022 Ceggia (VE)
 Telefono: 0421/323007
 Telefax: 0421/466014
 e-mail: info@seingim.it
 Web: www.seingim.it

Progettazione generale:
 Fabio Pinton



ELABORATO						COMMESSA: 20135
ELABORATI GENERALI						CODICE ELABORATO:
Capitolato speciale descrittivo e prestazionale						GCSA
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	NOME FILE: 20135xSF_GCSA_03
00	Gen. 2021	PRIMA EMISSIONE	SF	CT	AA	FILE DI STAMPA:
01	Marzo 2021	RECEPIMENTO COMMENTI	SF	CT	AA	-
02	Maggio 2021	EFFICIENTAMENTO CARLOFELICE	SF	CT	AA	SCALA:
03	Giugno 2021	RECEPIMENTO COMMENTI	SF	CT	AA	-

Questo disegno è di proprietà SEINGIM GLOBAL SERVICE S.r.l.. Esso non potrà essere utilizzato per scopi diversi da quelli per cui è stato inviato/consegnato, riprodotto o comunicato a terze parti senza l'autorizzazione scritta di SEINGIM. Nel caso in cui venga effettuato un uso non consentito, SEINGIM tutelerà i propri diritti in sede civile e penale secondo i termini di legge.

SOMMARIO

1	GENERALITÀ.....	2
1.1	PREMESSA	2
1.2	OGGETTO DELLE OPERE	3
1.3	DENOMINAZIONI UTILIZZATE ED ABBREVIAZIONI	3
1.4	ELENCO DEGLI ELABORATI	5
1.5	LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2	SPECIFICHE TECNICHE E MODALITÀ DI POSA DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI.....	6
2.1	GENERATORI DI CALORE A CONDENSAZIONE.....	6
2.1.1	<i>Caratteristiche tecniche generali</i>	6
2.1.2	<i>Modalità di posa in opera</i>	8
2.2	POMPA DI CALORE AD ALTA TEMPERATURA	9
2.2.1	<i>Caratteristiche tecniche generali</i>	9
2.2.2	<i>Modalità di posa in opera</i>	10
2.3	ELETTROPOMPE	11
2.3.1	<i>Caratteristiche tecniche generali</i>	11
2.3.2	<i>Modalità di posa in opera</i>	12
2.4	TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO	12
2.4.1	<i>Caratteristiche tecniche generali</i>	12
2.4.2	<i>Modalità di posa in opera</i>	13
2.5	VALVOLAME E COMPONENTI DI LINEA.....	17
2.5.1	<i>Caratteristiche tecniche generali</i>	17
2.5.2	<i>Modalità di posa in opera</i>	18
2.6	ISOLAMENTI TERMICI E RELATIVE FINITURE.....	18
2.6.1	<i>Caratteristiche tecniche generali</i>	18
2.6.2	<i>Modalità di posa in opera</i>	19
2.6.2.1	Modalità di posa in opera per l'isolamento termico di tubazioni eseguito in guaina (lastra per i diametri più elevati) di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse	20
2.6.2.2	Modalità di posa in opera per l'isolamento di pompe, valvole, dilatatori, filtri, ecc.	20
2.6.2.3	Modalità di posa in opera per l'isolamento di serbatoi, scambiatori, ecc., in lastra di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse	21
2.7	APPARECCHI DI SCAMBIO TERMICO E SIMILI	21
2.7.1	<i>Caratteristiche tecniche generali</i>	21
2.7.2	<i>Modalità di posa in opera</i>	22
2.8	APPARECCHIATURE IMPIANTI ELETTRICI DI PERTINENZA DEGLI IMPIANTI TERMOMECCANICI.....	23
2.8.1	<i>Specifiche tecniche generali</i>	23
2.8.1.1	Caratteristiche tecniche quadri elettrici	23
2.8.1.2	Caratteristiche tecniche per cavi	37
2.8.1.3	Caratteristiche tecniche per passerelle e canali portacavi	39
2.8.2	<i>Modalità di posa in opera</i>	41
2.8.2.1	Quadri elettrici	41

1 GENERALITÀ

1.1 Premessa

Il presente documento ha lo scopo di fornire le specifiche tecniche e le modalità di posa delle opere, nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE) del distretto energetico di Piazza De Ferrari.

Il distretto energetico che si sviluppa attorno a Piazza De Ferrari è costituito da diversi edifici della Pubblica Amministrazione, qui di seguito presentati:

- Teatro Carlo Felice: edificio adibito a Teatro dell'Opera.
- Palazzo Ducale: edificio adibito ad attività museale.
- Accademia Ligustica di Belle Arti: edificio adibito ad uso scolastico ed uffici.
- Diurno: locali adibiti a fornire docce calde e ristoro ai cittadini senza dimora.
- Fontana di Piazza De Ferrari: impianto di pompaggio dell'acqua.

Alla luce delle analisi condotte si sono sviluppati diversi scenari che hanno coinvolti gli edifici di Pubblica Amministrazione e gli edifici privati che hanno dimostrato interesse, in particolare:

- Scenario A: l'analisi condotta ha coinvolto il Teatro "Carlo Felice", L'Accademia Ligustica di Belle Arti e il Palazzo Ducale. Le configurazioni impiantistiche simulate sono tre: la prima prevede un sistema di generazione costituito da generatori di calore a condensazione per la copertura del fabbisogno del Teatro "Carlo Felice" e dell'Accademia Ligustica di Belle Arti, con la sola predisposizione per il Palazzo Ducale (A_{GC}). La seconda invece prevede l'installazione di una pompa di calore ad alta temperatura acqua/acqua per la copertura del fabbisogno di base del Teatro, dell'Accademia Ligustica di Belle Arti e del Palazzo Ducale (A_{PdC}). La terza configurazione risulta essere la combinazione delle precedenti la copertura del fabbisogno del Teatro "Carlo Felice" e dell'Accademia Ligustica di Belle Arti, con la sola predisposizione per il Palazzo Ducale (A_{IC}).

Solo per lo Scenario A e solo per la determinazione della curva di durata del fabbisogno termico è stato sviluppato uno Scenario A2 che comprende il Teatro "Carlo Felice", l'Accademia Ligustica di Belle Arti, il Palazzo Ducale e l'ipotesi di riattivazione del Diurno. In ogni scenario invece non si è considerata l'utenza energetica della Fontana di Piazza de Ferrari.

- Scenario B: l'analisi condotta ha coinvolto il Teatro "Carlo Felice", L'Accademia Ligustica di Belle Arti, il Palazzo Ducale, la Cassa di Risparmio di Genova e Imperia e Palazzo di Giustizia. Le configurazioni impiantistiche simulate sono due: la prima prevede un sistema di generazione costituito da generatori di calore a condensazione per la copertura del fabbisogno del Teatro "Carlo Felice", dell'Accademia Ligustica di Belle Arti, della Cassa di

Risparmio di Genova e Imperia, di Palazzo di Giustizia e con la sola predisposizione per il Palazzo Ducale (B_{GC}). La seconda invece prevede un impianto costituito da generatori di calore e pompa di calore ad alta temperatura acqua/acqua per la copertura del fabbisogno del Teatro “Carlo Felice”, dell’Accademia Ligustica di Belle Arti, della Cassa di Risparmio di Genova e Imperia, di Palazzo di Giustizia e con la sola predisposizione per il Palazzo Ducale (B_{IC}).

1.2 *Oggetto delle opere*

Le principali opere interessate dal PFTE vengono di seguito elencate:

- Generatori di calore a condensazione;
- Pompe di calore bi-stadio ad alta temperatura
- Elettropompe;
- Tubazioni trasporto fluidi e gas;
- Valvolame;
- Impianti di regolazione:

1.3 *Denominazioni utilizzate ed abbreviazioni*

I termini “Ente Appaltante” (EA) e “Committente” sono sinonimi e indicano la COMMITTENTE dell’Opera.

Il termine “Appaltatore” è da intendere anche quale sinonimo di “Consorzio di Imprese”, “Associazione temporanea di Imprese (ATI)”, “Ditta”, “Esecutore” e indica il soggetto APPALTATORE dell’opera.

Per “Codice” si intende il Codice dei contratti/appalti pubblici (D.Lgs. n. 50/2016 e successive modifiche ed integrazioni).

Per “Regolamento” si intende il D.P.R. 207/2010 e successive modifiche ed integrazioni, per quanto ancora in vigore.

Per una più rapida lettura degli elaborati progettuali vengono adottate le seguenti denominazioni convenzionali abbreviate (in ordine alfabetico):

AD	Azienda distributrice (di energia elettrica, e/o di gas, e/o di
CCIAA	acqua, e/o altro)
CEI	Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura
CSA	Comitato Elettrotecnico Italiano
DL	Capitolato Speciale di Appalto, o documento equivalente (in
EN	sostanza il presente documento)
IMQ	Direzione dei Lavori, generale o specifica
ISO	European Norm

PU	Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
EPU	International Standard Organization
EA/SA	Prezzo Unitario
SIL	Elenco Prezzi Unitari
SIT	Ente o Stazione Appaltante / Committente (nella fattispecie
UNEL	“Comune di Genova”)
UNI	Sistema Italiano Laboratori di prova
VVF	Sistema Italiano di Taratura
	Unificazione Elettrotecnica Italiana
	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
	Vigili del Fuoco
CT	Centrale termica
CF	Centrale frigorifera
CI	Centrale idrica
CTA	Trattamento aria
CDZ	Condizionamento o condizionatore
UR	Umidità relativa
TLR	Teleriscaldamento
PdC	Pompa di calore reversibile
GF	Gruppo frigorifero
BT	Simbolo generico di “Sistema di bassa tensione in c.a.”; nel caso
QE	specifico sta per 400/230
	Quadro elettrico
Direzione Lavori:	Struttura incaricata dalla Stazione Appaltante per lo svolgimento di tutte le attività in corso d’opera previste dalla normativa vigente
Appaltatore:	L’azienda con la quale la Stazione Appaltante firma il contratto
Progettista:	Tutti i vari progettisti che hanno partecipato alla stesura del progetto
Programma Lavori:	Rappresenta il programma delle varie lavorazioni elaborato in sede di progetto

Programma lavori di Costruzione: Rappresenta lo sviluppo da parte dell'Appaltatore in fase di cantierizzazione delle opere del Programma Lavori

1.4 *Elenco degli elaborati*

I documenti costituenti il presente progetto sono indicati nell'elenco elaborati facente parte del progetto stesso e la cui consultazione è possibile nell'elaborato scritto denominato "20135xSF_GEE_00_00_Elenco elaborati".

1.5 *Legislazione e normativa di riferimento*

Gli impianti devono essere realizzati rispettando le seguenti disposizioni legislative e normative; ad esse si farà riferimento, per quanto di competenza, anche in sede di collaudo finale.

Gli impianti devono inoltre essere conformi in ogni loro parte e nel loro insieme alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti agenti in campo locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione, come ad esempio:

- Normative ISPESL, ASL e ARPA;
- Disposizioni dei vigili del fuoco di qualsiasi tipo;
- Regolamenti e prescrizioni comunali relative alla zona di realizzazione dell'opera

Si precisa che l'Appaltatore deve assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i competenti uffici dei vari Enti e di prendere con essi ogni necessario accordo inerente la realizzazione degli impianti.

Devono essere rispettate tutte le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, CEI, anche se non menzionate espressamente e singolarmente, riguardanti ambienti, classificazioni, calcoli, dimensionamenti, macchinari, materiali, componenti, lavorazioni che in maniera diretta o indiretta abbiano attinenza con le opere di cui si tratta nel presente progetto. Vengono comunque richiamate nel seguito del presente paragrafo, per motivi di praticità e chiarezza, ma non certo a titolo esaustivo, alcune (le più significative) fra le norme sopra citate, di riferimento per i lavori in oggetto.

In mancanza di normativa nazionale, o comunque in caso di particolari esigenze, si farà riferimento a normative straniere (ad esempio ASHRAE, DIN, ISO, NFPA, ecc.), che saranno espressamente richiamate nel seguito.

2 SPECIFICHE TECNICHE E MODALITÀ DI POSA DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI

2.1 Generatori di calore a condensazione

2.1.1 Caratteristiche tecniche generali

Caldaia a condensazione a tre giri di fumo ad acqua, in acciaio, ad alto rendimento, con bruciatore a gas metano conformità alle norme:

- UNI EN 303-1:2002;
- Direttive 89/336/CE e 73/23/CE;
- Direttive 90/396/CE e 93/68/CE;
- Direttiva 97/23/CE (PED);
- Omologazioni I.S.P.E.S.L.

Apparecchio per la produzione di calore a servizio dell'impianto termico di riscaldamento, che, abbinato ad idoneo bruciatore, dovrà dare un complesso a basse emissioni di NO_x (<100 mg/nmc secondo quanto specificato nelle Specifiche Tecniche dell'impianto) ed alto rendimento termico utile (91,5% almeno a pieno carico e 92,5% al 30%). La caldaia sarà installata, verificata e periodicamente controllata secondo le Normative Nazionali vigenti e l' I.S.P.E.S.L..

La caldaia, delle migliori marche, sarà essenzialmente costituita da:

- corpo in robusta lamiera di acciaio di qualità, completamente saldato, con struttura a tre giri di fumo e superficie di scambio termico a fascio tubiero pure in acciaio, realizzato in modo da assicurare un passaggio dei fumi con elevata turbolenza, senza introdurre elevate resistenze aerauliche e garantire assenza di condensa e di possibilità di corrosione e quindi con tecnologie di strato multiplo ed intercapedine oppure vetrificazione o altri sistemi analoghi;

- camera di combustione cilindrica o ellittica, con fondo bagnato bombato;

- rivestimento termoisolante in lana minerale, contenuto all'interno del mantello e/o avvolto al corpo caldaia;

- mantello esterno in lamiera di acciaio finemente verniciata, rimuovibile per una totale accessibilità ai componenti interni;

- portellone anteriore apribile, rivestito con un elevato spessore di fibra ceramica (o simile) e con isolante termico in lana minerale, sostenuto da robuste cerniere che ne impediscano cedimenti e dotato di apposite guarnizioni a tenuta, completo di spia per il controllo della fiamma;

- piastra di fissaggio del bruciatore, dotata anch'essa di guarnizioni a tenuta;

- targa d'identificazione della caldaia (fissata stabilmente, inamovibile e posta in posizione facilmente visibile) con tutti i dati riguardanti la caldaia stessa (compresi gli estremi d'omologazione).

La caldaia, inoltre, sarà completata con:

- bruciatore a norme, marcato CE, di tipo monoblocco o scomposto industriale per combustibile gassoso, con ventilatore di spinta separato, per funzionamento completamente automatico, modulante (inverter), costituito dai seguenti componenti:

- * corpo in acciaio verniciato, completo di vetro spia e di flangia attacco alla caldaia;
- * serranda per aria a settori con servocomando, manometro e pressostato aria;
- * valvola per gas a farfalla con servocomando (per bruciatore a gas combustibile);
- * testa di combustione con regolazione combinata elettronica aria/combustibile in funzione del carico;
- * apparecchiatura di comando con sonda di presenza di fiamma, trasformatore, cavi ed elettrodi di accensione;
- * apparecchiatura di modulazione della potenza bruciata completa di sonda di pressione;
- * elettroventilatore centrifugo per aria comburente, avente portata adeguata alla potenzialità del bruciatore;

* valvolame e accessori di linea per la rampa gas quali: rubinetto a sfera di intercettazione; filtro gas; riduttore stabilizzatore di pressione per gas con valvola di blocco e valvola di sicurezza; giunto antivibrante flangiato metallico; controllo di tenuta delle valvole; sfiati di sicurezza raccordati all'esterno;

- sistema di controllo e regolazione della percentuale di ossigeno nei fumi completo di apparecchiature di regolazione a microprocessore di sonda di ossigeno, sonda di temperatura e relativi collegamenti;

- quadro elettrico di comando completamente cablato, comprendente:

- * interruttore generale;
- * apparecchiature di comando del bruciatore con programmatore di accensione;
- * apparecchiatura di comando del ventilatore aria comburente;
- * apparecchiature di comando per regolazione dell'ossigeno;
- * apparecchiature di modulazione della potenza;
- * trasformatore per circuiti ausiliari;

dal quadro elettrico dovrà essere possibile prelevare contatto/i pulito per allarme cumulativo;

- pannello di controllo con termometro, idrometro, termostati di esercizio e sicurezza a riarmo manuale, (costruiti, omologati ed installati secondo le vigenti normative) per funzionamento a temperatura costante;

- camera fumi posteriore con portina antiscoppio e d'ispezione, ed attacco per raccordo al camino. Qualora la camera fumi posteriore fosse completamente apribile (portellone), sarà previsto un sistema o un dispositivo tale da consentire l'agevole apertura;

- raccordo al camino in lamiera di acciaio inox AISI 316, adeguatamente coibentato con materassino di lana minerale da 50 mm e finito esternamente in lamierino di alluminio;

- attacchi filettati o flangiati (completi di controflangie e bulloni) per partenza-ritorno-vaso di espansione (o valvola di sicurezza) e rubinetto di scarico di fondo;
- pozzetto portatermometro campione e manometro con flangia per attacco manometro campione;
- termometro di precisione indicante la temperatura dei fumi all'ingresso del raccordo al camino;
- valvola/e di sicurezza qualificata ISPEL (di caratteristiche adeguate all'impianto e al sistema di espansione), di sonda di sicurezza con valvola servocomandata d'intercettazione del combustibile (omologata ISPEL), di pressostato a riarmo manuale, flussostato (minima portata acqua) con attacchi flangiati;
- basamento in robusti profilati di acciaio verniciato.
- Neutralizzatore di condensa con carbonato di calcio atto a riportando il valore di pH a valori superiori a 7 e rendendo così possibile lo scarico assieme alle acque d'uso domestico secondo quanto richiesto dalle leggi vigenti.

Caratteristiche tecniche:

Per la caldaia:

- il rendimento termico utile del complesso caldaia-bruciatore non dovrà in alcun caso essere inferiore a 91,5% a carico nominale e 92,5% a 30% del carico, dovendo ciò risultare dalla documentazione a corredo della caldaia.
- pressione di prova della caldaia: 7,5 bar;
- temperatura massima dell'acqua producibile: 110 °C;
- temperatura massima dell'acqua di esercizio: < 100 °C;
- pressione di esercizio massima della caldaia dovrà essere adeguata alle reali condizioni di impiego e comunque non inferiore a 4 bar;

Per il bruciatore:

- tipo di combustibile: metano (P.C.I. 10.35 kWh/Nm³)
- pressione di alimentazione del gas 50 mbar.

2.1.2 Modalità di posa in opera

Le caldaie ad acqua dovranno essere installate secondo le modalità e con le dotazioni di accessori qui di seguito precisate.

Le caldaie saranno corredate di canale da fumo fino all'imbocco della canna fumaria (raccordo al camino) realizzato in robusta lamiera di acciaio inox AISI 316 opportunamente coibentato con materassino di lana minerale da almeno 50 mm e con finitura in lamierino di alluminio; l'imbocco nella canna fumaria avverrà con un angolo di 135° rispetto alla verticale.

Le caldaie verranno fornite complete di tutti gli accessori, ivi compresi – quando richiesti e/o comunque necessari – la/e valvola/e di sicurezza omologata, la valvola di intercettazione termica del combustibile, il pressostato di blocco, il pozzetto porta termometro campione ed il manometro (con scala adeguata) con rubinetto e flangia per il manometro di prova.

Gli scarichi delle valvole di sicurezza e di intercettazione termica del combustibile saranno visibili e convogliati nella fognatura.

Dovrà essere accuratamente evitato e non sarà accettato che le tubazioni collegate alle caldaie gravino con il proprio peso sulle caldaie stesse: quindi le tubazioni in questione dovranno essere adeguatamente supportate in modo indipendente dalle caldaie.

Le caldaie dovranno essere montate in modo che ne risulti agevole l'accesso a tutte le parti per manutenzione.

2.2 *Pompa di calore ad alta temperatura*

2.2.1 **Caratteristiche tecniche generali**

Pompa di calore ad ammoniaca ad alta efficienza con compressore a vite a velocità variabile, evaporatore e condensatore del tipo a piastre sladobrasate in acciaio AISI316L.

La pompa di calore, delle migliori marche presenti sul mercato e dovrà:

- essere dotate di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate della relativa dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della “Direttiva Macchine” 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;

- essere adatte ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;

- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva PED 2014/68/UE, Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, D.Lgs. 81/2008; norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.); ecc.);

- essere corredate di targa metallica, con stampigliati in maniera chiara ed indelebile il nome del costruttore, l'anno di costruzione e tutte le sue caratteristiche principali (ad esempio per le macchine frigorifere: potenza, fluido frigorifero, kg di carica, ecc.).

La scelta delle macchine dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- efficienza energetica sia a carico massimo nelle condizioni nominali di prova secondo UNI EN 14511:2011 (EER = Energy Efficiency Ratio in refrigerazione; COP = coefficient Of Performance) che stagionale (in refrigerazione ESEER = European Seasonal Energy Efficiency Ratio secondo Eurovent, con fattori di pesatura 3% a carico 100%, 33% a carico 75%, 41% a carico 50%, 23% a carico 25%);

- silenziosità di funzionamento;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità.

Per quanto riguarda la silenziosità, i gruppi con compressori scroll o a vite saranno in generale tutti in versione insonorizzata (“low noise”), salvo che non sia espressamente richiesta la versione “Extra Low Noise”.

L'apparecchiatura sarà dotata di quadro di regolazione e potenza installato a bordo e pre-clabato.

2.2.2 Modalità di posa in opera

Tutte le macchine dovranno essere installate osservando tutte le indicazioni di progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

I macchinari dovranno essere dotati di:

- supporti antivibranti adeguatamente dimensionati in relazione al carico, al tipo di macchina ed alle caratteristiche elastiche della struttura edilizia di sostegno, a molla o a blocco di neoprene, fissati sia al gruppo che alle strutture edili. I supporti dovranno anche tener conto delle sollecitazioni sismiche, con riscontri laterali che ne impediscano sia il ribaltamento che gli spostamenti laterali in ogni direzione sotto l'effetto del sisma;

- giunti antivibranti in neoprene o gomma sulle tubazioni di ingresso ed uscita dell'acqua dalla macchina;

- termometri a quadrante a gas inerte, in acciaio inox, con classe di precisione 1, posti su ciascuna tubazione in entrata - uscita dell'acqua dalla macchina;

- un manometro per misura doppia completo di collegamenti e di rubinetti di intercettazione di presa su ciascuna coppia di tubazioni in entrata – uscita dalla macchina;

- rubinetti di scarico dell'acqua;

- scarichi delle valvole di sicurezza, degli spurghi, troppo pieno, ecc., convogliati direttamente nelle reti generali di raccolta o nelle immediate vicinanze di pilette o pozzetti, onde evitare spargimenti di acqua e successivi ristagni;

- giunti antivibranti in tela alona (per le macchine con condensatori ad aria canalizzati) interposti fra la macchina e le canalizzazioni ad esso collegate.

Le tubazioni collegate alle macchine non dovranno gravare con il loro peso sulle macchine stesse e/o sui loro attacchi flangiati o filettati; i collegamenti dovranno essere eseguiti con l'interposizione di giunti elastici antivibranti ed in modo tale da poter essere facilmente smontati per la manutenzione dei vari componenti. A tal fine, le tubazioni non dovranno essere installate in modo da ostacolare la manutenzione e/o lo smontaggio di parti della macchina.

Qualora i diametri degli attacchi idronici sulle macchine siano diversi da quelli delle tubazioni in arrivo – partenza, saranno interposti dei tratti di tubazioni tronco-conici con angolo di conicità non superiore a 15° (filettati o flangiati), di raccordo fra attacchi della macchina e tubazioni o valvolame

2.3 Elettropompe

2.3.1 Caratteristiche tecniche generali

Elettropompa centrifuga monoblocco per impianti idrotermici, ad asse orizzontale con accoppiamento diretto per montaggio a pavimento.

Caratteristiche costruttive e di installazione:

Elettropompa centrifuga, per circolazione o adduzione di acqua calda, fredda o refrigerata, di tipo ad asse orizzontale per montaggio a pavimento a norme UNI EN ISO 3661:201 con accoppiamento diretto al motore elettrico, bocca di aspirazione assiale, bocca di mandata radiale, costituito da:

- girante (equilibrata dinamicamente) e corpo pompa in materiale fortemente resistente all'usura ed alla corrosione, ad esempio bronzo o ghisa, oppure, per la girante, acciaio inossidabile. Il corpo pompa sarà dotato di attacchi flangiati normalizzati completi di controflange, bulloni e guarnizioni:

- albero in acciaio inossidabile o acciaio C45 o simile altamente resistente all'usura, alla corrosione e alle sollecitazioni;

- guarnizioni a tenuta in EPDM o materiale similare;

- motore elettrico con morsettiera, di tipo protetto, con velocità di rotazione nominale 2950 giri/1' a 50 Hz, ventilato esternamente, con albero in acciaio inox (sul quale sia calettata a sbalzo la girante) sostenuta da almeno due cuscinetti autolubrificati o comunque esenti da manutenzione. Esso potrà essere direttamente accoppiato al corpo pompa, mediante blocco intermedio a doppia flangiatura (una lato motore, una lato corpo pompa);

- dispositivo di disaerazione e scarico;

- dispositivo di eliminazione della spinta assiale.

La tenuta sarà di tipo meccanico non necessitante di raffreddamento, nè di manutenzione per temperature del fluido convogliato fino a 110 °C. Le pompe dovranno essere installate in modo da evitare possibilità di gocciolamenti o condensazione in corrispondenza della morsettiera. Le pompe dovranno inoltre essere selezionate con il punto di funzionamento più prossimo possibile a quello di massimo rendimento.

Caratteristiche tecniche:

- pressione massima di esercizio: 16 bar;

- temperature di esercizio del liquido: da -20 °C a +140 °C;

- tensione di alimentazione:
 - * 230 V monofase (+/- 10%) c.a. oppure 400 V trifase (+/- 10%) c.a. secondo richieste e/o necessità per potenze indicative fino a 1 kW;
 - * esclusivamente 400 V trifase (+/- 10%) c.a. per potenze indicative superiori a 1 kW;
- frequenza di rete: 50 Hz;
- motore con isolamento classe F e protezione non inferiore a IP 55; classe di efficienza energetica non inferiore a IE3;
- rendimenti e MEI (Minimum Efficiency Index) conformi al Regolamento CE 547/2012 (e s.m.i.) e in particolare MEI > 0,55 .

I dati relativi alla classe di efficienza energetica, al rendimento al MEI dovranno essere certificati dal costruttore della pompa.

2.3.2 Modalità di posa in opera

Le elettropompe (o circolatori) dovranno essere installate secondo le modalità e con la dotazione di accessori qui di seguito precisate.

Quando il diametro delle bocche della pompa sia diverso dal quello della valvola di intercettazione o di ritegno (o altro accessorio), dovrà essere interposto un tratto di raccordo di tubazione tronco-conico con angolo di conicità non superiore a 15°.

Per le elettropompe flangiate la bulloneria dovrà essere generalmente in acciaio zincato (inox per pompe e/o tubazioni inox).

Le elettropompe filettate dovranno essere sempre installate con l'uso di bocchettoni che ne consentano lo smontaggio.

Dovrà essere accuratamente evitato e non sarà accettato che le tubazioni collegate alle pompe gravino con il proprio peso sulle pompe stesse: quindi le tubazioni in questione dovranno essere adeguatamente supportate in modo indipendente dalle pompe.

Le elettropompe dovranno essere sempre installate in modo da non trasmettere direttamente vibrazioni alle strutture murarie di ancoraggio, potendosi ciò ottenere con l'interposizione di supporti o materiali antivibranti.

Quando installate in batteria, le elettropompe dovranno essere ben ordinate ed allineate. In ogni caso il montaggio dovrà essere effettuato in modo da evitare qualsiasi rischio di gocciolamento sulle morsettiere dei motori e/o di altri componenti elettrici.

2.4 Tubazioni in acciaio nero

2.4.1 Caratteristiche tecniche generali

Le specifiche si riferiscono alla fornitura e posa in opera di tubazioni destinate al trasporto di acqua calda o surriscaldata oppure refrigerata o per applicazioni equivalenti con temperatura

massima di mandata di esercizio continuo pari ad almeno 140 °C, ovvero, ove richiesto e/o necessario, per temperature superiori, e con pressioni nominali della rete fino a 25 bar. Le tubazioni saranno conformi alla norma UNI EN 253:2016.

In particolare, la tubazione di servizio convogliante il fluido termovettore sarà a seconda di quanto richiesto e/o necessario di acciaio nero senza saldatura secondo UNI EN 10216-2:2014, oppure in acciaio saldato secondo UNI EN 10217-2:2005 (grado acciaio P235GH, diametri espressi in mm o più raramente in DN) e con spessore, per ogni diametro, pari ad almeno il minimo indicato dalla citata norma UNI EN 253:2016.

Per applicazioni particolari (es. vapore, teleriscaldamento, ecc.) invece, potranno essere richieste tubazioni di servizio in acciaio nero senza saldatura a norma ASTM A106 GR. B scheda 40 – ANSI B36 o equivalenti.

Il manufatto sarà comunque, per quanto possibile, conforme alle norme UNI EN 253, UNI EN 448, UNI EN 488-489, con raccorderia di tipo unificato, pure preisolata; le giunzioni saranno del tipo con estremità a saldare.

2.4.2 Modalità di posa in opera

Le varie sezioni di tubazione, le curve ed i pezzi speciali (TEE, raccordi e riduzioni) saranno giuntate per saldatura di testa all'arco elettrico, previa preparazione dei lembi con smusso a "V". Ambedue le estremità delle tubazioni da saldare, qualora non siano già preparate in ferriera, dovranno essere tagliate e poi rifinite a mola secondo DIN 2559 e cioè:

- spessore sino a 4 mm: spianatura, distanza fra le testate prima della saldatura 1,5÷4 mm;
- spessore superiore a 4 mm: bisellatura conica a 30°, distanza fra le testate prima della saldatura 1,5÷3 mm in modo da assicurare uno scostamento massimo di ±0,5 mm del lembo da saldare dal profilo teorico c.s.d.

Le saldature dovranno essere eseguite a completa penetrazione, larghe almeno 2 volte e mezzo lo spessore dei tubi da saldarsi.

Gli elettrodi da usare per l'esecuzione delle saldature elettriche saranno esclusivamente quelli omologati dal RINA (Registro Italiano Navale ed Aeronautico) per l'impiego specifico.

Non è ammessa la rifinitura a scalpello dei margini del cordone di saldatura.

Il personale di saldatura dovrà essere patentato.

Durante le operazioni di carico e scarico i tubi non dovranno essere sostenuti con funi o catene, ma con larghe bande o fasce di tela gommata ed imbottita a larga superficie, onde evitare danneggiamenti sulla protezione esterna in polietilene.

E' buona regola guidare il tubo, mentre e' sospeso, trattenendolo con funi.

I tubi non dovranno essere lasciati cadere a terra, rotolati o strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego con cura, per evitare danni alle estremità cianfrinate del tubo di acciaio.

La superficie del piazzale di stoccaggio dovrà essere pianeggiante e ben livellata, ricavata su terreno non sassoso; e' consigliabile stendere un letto di sabbia silicea di pochi centimetri, per compensare eventuali asperità che potrebbero danneggiare il rivestimento esterno delle barre. In alternativa potranno essere accatastati su traversine di legno di larghezza sufficiente.

L'accatastamento dei tubi dovrà essere realizzato nel modo seguente:

- i tubi dovranno essere accatastati a piramide senza interposizione di listelli in legno tra i vari strati;
- i tubi del primo strato posati direttamente sul letto sabbioso o su traversine, dovranno essere a stretto contatto tra loro;
- prima di accatastare il secondo strato, si dovrà ancorare il primo e l'ultimo tubo del primo strato, conficcando verticalmente nel terreno, e per una profondità di almeno 50 cm, alcuni paletti metallici;
- i tubi degli strati successivi andranno appoggiati con delicatezza nei vuoti tra tubo e tubo dello strato sottostante;
- gli strati di tubi dovranno essere in numero tale da non superare complessivamente il metro e mezzo di altezza;
- nel caso di accatastamento di barre tagliate si provvederà a stendere un abbondante mastica bituminoso sul poliuretano rimasto scoperto dopo il taglio; l'operazione dovrà essere effettuata possibilmente subito dopo aver effettuato il taglio della barra;
- i tubi dovranno essere chiusi con calotte o tappi in plastica, onde evitare l'ingresso di acqua, sporcizia ecc.; le calotte andranno tolte solo poco prima del montaggio;
- durante l'accatastamento devono essere effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, controlli del rivestimento esterno, disponendo in catasta separata i tubi eventualmente danneggiati durante le operazioni di carico e scarico;
- i tubi dovranno essere lasciati all'aperto il minimo tempo tecnico necessario e dovranno essere opportunamente protetti dalla radiazione solare e dalle intemperie, con fogli sottili in materiale plastico.

Supporti, ancoraggi e intelaiature per tubazioni per usi generici (circuiti idronici, scarichi, ecc.)

La tipologia e la posizione dei supporti deve essere scelta in base a dimensione dei tubi, configurazione dei percorsi, presenza di carichi concentrati, strutture disponibili per l'ancoraggio, movimenti per dilatazione termica, possibili sollecitazioni sismiche, nonché alla esigenza di evitare trasmissione di rumore e/o vibrazioni alle strutture.

In relazione a quanto sopra, nonché in funzione di quanto necessario e/o prescritto, i sistemi di supporto ancoraggio potranno essere dei seguenti tipi:

- Supporti a collare regolabile del tipo a cerniera con vite di trazione, con interposto fra collare e tubo uno strato di materiale isolante rigido o gomma di adeguato spessore, sia per

consentire piccoli movimenti nei fori dei due elementi, che per evitare trasmissioni di vibrazioni, ed in fine (per tubazioni convoglianti fluidi freddi) per evitare sul collare formazione di condensa e/o gocciolamenti. Secondo quanto necessario e/o prescritto, i supporti potranno essere appesi a soffitto mediante barre filettate e tasselli ad espansione, opportunamente dimensionati (vedi tabella B), oppure fissati a profilati ad omega, ancorati alle strutture edili in maniera diretta o con sistemi di tipo modulare, costituiti da profilati ad omega (o simili) e staffaggi. Barre filettate, profilati ad omega e sistemi modulari saranno in acciaio zincato (collegati mediante bulloneria pure zincata);

- Supporti a slitta (pattino), ammessi per tubi fino a DN80, o a rullo (diametri superiori): le tubazioni in acciaio nero ed in acciaio inossidabile in esercizio caldo e coibentate possono essere sostenute da spezzoni di profilati (normalmente a T, dello stesso materiale della tubazione, saldati lungo la generatrice inferiore della tubazione) di appoggio diretto alle mensole o ai rulli di scorrimento , di tipo approvato e scelti in relazione al carico; i profilati dovranno avere altezza maggiore dello spessore dell'isolamento termico. Per le tubazioni in esercizio caldo l'attraversamento dell'isolamento da parte del supporto a T deve essere realizzato in maniera tale da avere superfici rifinite e da evitare danneggiamenti dell'isolamento per movimenti di dilatazione termica della tubazione. Gli spezzoni di profilato devono avere lunghezza tale da assicurare un appoggio sicuro sull'eventuale rullo sottostante, sia a caldo che a freddo. L'attacco del rullo alla mensola porterà due appendici ad angolo che abbracceranno il profilato a T, impedendo spostamenti laterali e ribaltamenti del tubo, ove tali spostamenti laterali non contrastino le dilatazioni termiche. Le tubazioni convoglianti fluidi freddi coibentate devono essere sostenute in maniera da evitare la formazione di condensa e gocciolamenti. Non è ammessa alcuna soluzione di continuità dell'isolamento e si dovranno prevedere gusci semicircolari in lamiera zincata, posti all'esterno della tubazione isolata (vedi tabella C) e sostenuti con profilati a T realizzati in maniera analoga a quanto precedentemente descritto, con le seguenti differenze: l'eventuale rullo di scorrimento rispetto al supporto sarà in PTFE e il profilato a T non sarà saldato al tubo, ma al semiguscio (sella) che, con un altro semiguscio abbraccerà il tubo già isolato (fissaggio con bulloni laterali zincati).

Il mensolame e gli staffaggi potranno essere di tipo modulare, prefabbricato con profilati in acciaio:

- zincato (collegati con bulloneria pure zincata) oppure costruiti con profilati in acciaio nero saldato;
- verniciato con due mani di antiruggine di tinta diversa.

Non saranno accettati sostegni di ferro piatto saldato al tubo o catene.

Inoltre, i supporti – ancoraggi saranno progettati e realizzati anche per resistere a sollecitazioni sismiche.

In ogni caso i supporti dovranno essere realizzati in modo da consentire l'esatto posizionamento dei tubi in quota, le dilatazioni ed il bloccaggio in corrispondenza dei punti fissi, nonché per sopportarne il peso previsto; particolare cura dovrà essere posta nei supporti delle tubazioni d'acqua fredda e refrigerata, onde evitare condensa e gocciolamenti.

A titolo di esempio, per le tubazioni in acciaio (nero, zincato, inox) o in rame, i supporti saranno posti con una spaziatura non superiore a quella indicata nella tabella A; si dovrà inoltre prevedere un supporto a non più di 50 cm, da ogni cambio di direzione, se non espressamente indicato nei disegni o in altro capitolo del presente elaborato. Per le tubazioni rigide in plastica (PVC, PEAD, PP) la spaziatura dovrà essere all'incirca la metà di quella indicata in tabella A.

Tutto il mensolame dovrà essere fissato alle strutture dell'edificio a mezzo di sistemi facilmente smontabili; gli staffaggi alle strutture in legno o in metallo saranno fissati con incravattature imbullonate; quelli alle strutture in murature mediante viti e tasselli ad espansione, o sistemi equivalenti, che dovranno comunque ricevere la preventiva approvazione della DL e/o EA .

Nessun ancoraggio sarà ammesso in posizione tale da poter provocare danni al fabbricato.

Tutte le parti di supporti e staffaggi in ferro nero saranno verniciate con due mani di antiruggine di tinta diversa.

Nella tabella A è indicata la distanza massima ammessa tra i supporti per tubazioni in acciaio o in rame.

Nella tabella B sono riportate le dimensioni minime delle barre filettate di sostegno.

Nella tabella C sono riportate le dimensioni minime dei gusci.

TAB. A - DISTANZA MASSIMA AMMISSIBILE TRA I SUPPORTI – ANCORAGGI DELLE TUBAZIONI IN ACCIAIO O IN RAME

Diametro nominale tubazioni	Distanza orizzontale (m)	Distanza verticale (m)
fino a DN 20	1.5	1.6
fino a DN 40	2.0	2.4
fino a DN 65	2.5	3.0
fino a DN 80	3.0	4.5
fino a DN 125	4.2	5.7
superiore a DN 125	5.1	8.5

TAB. B - DIMENSIONI DEI TIRANTI FILETTATI

Diametro nominale della tubazione (DN)	Diametro barra filettata (mm)
fino a DN 65	10
da DN 65 a DN 100	12
da DN 125 a DN 200	16
da DN 250 a DN 300	20
da DN 350 a DN 400	24
DN 450	30

TAB. C - DIMENSIONI MINIME DEI GUSCI DI SOSTEGNO PER TUBAZIONI FREDDE COIBENTATE

Diametro nominale tubazioni	Lunghezza (mm)	Spessore (mm)
sino a DN 80	300	1.3
DN 100	300	1.6
DN 125	380	1.6
DN 150	450	1.6
DN 200	600	2

2.5 Valvolame e componenti di linea

2.5.1 Caratteristiche tecniche generali

Tutte le valvole, i rubinetti, i filtri di linea, ecc. e componenti vari per le reti di distribuzione dei vari fluidi, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza (Direttiva PED 2014/68/UE, norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), ecc., e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, ecc.).

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

Qualora il diametro nominale del valvolame sia espresso in millimetri, gli attacchi si intenderanno flangiati; con diametro nominale espresso in pollici, gli attacchi si intenderanno filettati.

Tutto il materiale flangiato sarà completo di controflange, bulloni e guarnizioni, compresi nel prezzo. Tutto il materiale filettato sarà completo di accessori e materiali vari di consumo, compresi nel prezzo.

2.5.2 Modalità di posa in opera

Il valvolame dovrà essere installato secondo le modalità e con la dotazione degli accessori qui di seguito precisate:

- Quando il diametro delle valvole del componente utilizzato sia diverso da quello della tubazione o dell'attacco dell'apparecchiatura collegata, dovrà essere usato un tratto di raccordo di tubazione tronco-conico di conicità non superiore a 15°;
- Il valvolame (o simile) flangiato verrà sempre fornito corredato di controflange, bulloni e guarnizioni; la bulloneria sarà generalmente, salvo specifiche indicazioni diverse, in acciaio zincato (inox per valvolame e/o tubazioni inox);
- Il valvolame (o simile) di tipo "wafer", cioè da montare fra flange, dovrà essere di tipo "LUG", ovvero tale da poter smontare, una volta chiusa la valvola, il componente intercettato, sia a monte che a valle;
- Dovrà essere accuratamente evitato e non sarà accettato che le tubazioni collegate alle valvole gravino con il proprio peso sulle valvole stesse, quindi le tubazioni in questione dovranno essere adeguatamente supportate in modo indipendente dal valvolame;
- In caso di possibilità di gocciolamenti sopra il valvolame di tubazioni coibentate (ad esempio montate all'aperto), le valvole dovranno avere il volantino o la leva di manovra posizionati in modo tale che in corrispondenza di essi non si infiltri acqua entro la coibentazione (ad esempio il montaggio potrà avvenire con la leva o il volantino posizionati lateralmente o, se ciò comporta problemi di manovrabilità, inferiormente);
- Sui collettori le valvole dovranno essere installate in modo ordinato, con tutti gli assi di manovra allineati; lo stesso dicasi nel caso di valvole su una stessa macchina o su macchine eguali;
- Le valvole servocomandate dovranno essere montate in posizione tale che non vi sia rischio di gocciolamenti sopra il servocomando o i collegamenti elettrici.

2.6 Isolamenti termici e relative finiture

2.6.1 Caratteristiche tecniche generali

Tutti gli isolamenti termici e le relative finiture saranno delle migliori marche esistenti sul mercato e dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- essere dotati di marcatura CE e corredati della relativa certificazione e/o dichiarazione di conformità qualora prescritte ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 nonché, delle rispettive disposizioni legislative di riferimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di temperatura ed umidità previste in progetto; avere spessori non inferiori a quelli previsti in progetto e comunque, quando impiegati per fluidi caldi, non inferiori ai minimi fissati dalle normative vigenti sul contenimento dei consumi energetici;
- essere costruiti, testati e certificati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.) nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza, di comportamento al fuoco e di tossicità dei fumi.

In ogni caso gli spessori sono relativi al solo materiale isolante.

Tutti i materiali ed i manufatti isolanti dovranno essere classificati e certificati, ai fini del comportamento al fuoco, secondo la normativa europea e ai sensi della legislazione vigente (D.M. 10/03/2005 e D.M. 15/03/2005). E' ammesso l'impiego di materiali e/o manufatti certificati secondo la precedente classificazione nazionale, se non costituenti "prodotti da costruzione" ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011. Il tutto dovrà essere documentato dalle relative certificazioni/dichiarazioni di conformità. Lo stesso dicasi per le relative finiture esterne; gli isolanti fibrosi dovranno essere anche certificati ed etichettati come "non cancerogeni" ai sensi del D.M. 01/09/1998, della circolare n° 4 del 15/03/2000 e della successiva direttiva comunitaria 2009/2/CE.

2.6.2 Modalità di posa in opera

Tutti gli isolamenti dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte, dopo il buon esito della prova idraulica e, per le tubazioni in acciaio nero, dopo che queste sono state verniciate con le necessarie due mani di antiruggine resistente alla temperatura d'esercizio e in ogni caso senza lasciare scoperta alcuna parte di superfici calde o fredde non solo di tubazioni, ma neppure di valvole, giunti e simili. Particolare cura dovrà essere posta nell'isolamento di superfici fredde, che dovrà garantire la massima tenuta alla migrazione di vapore ed impedire nel modo più assoluto la formazione di condensazione sia sulla superficie del componente isolato che sulla superficie dell'isolamento che infine al suo interno.

Non saranno accettati sistemi di ancoraggio-supporto di tubazioni e/o isolamenti che possono consentire formazione di condensa e/o gocciolamenti.

Sarà in ogni caso rifiutato l'impiego di fibre di vetro/minerali o similari per l'isolamento di tubazioni o altri componenti convoglianti acqua fredda o refrigerata.

Di seguito per gli isolamenti sono fornite alcune prescrizioni per la posa in opera di carattere generale.

2.6.2.1 Modalità di posa in opera per l'isolamento termico di tubazioni eseguito in guaina (lastra per i diametri più elevati) di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse

L'isolamento termico di tubazioni in guaina di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse dovrà avere diametro interno esattamente uguale a quello esterno della tubazione, in modo che non vi resti aria intrappolata; sarà posto in opera incollato (o preadesivizzato) con apposito collante fornito dalla stessa casa costruttrice al tubo alle testate (per una lunghezza di almeno 10 mm) e lungo tutte le giunzioni sia longitudinali (eventuali, da evitare se possibile) che di testa, nonché sigillato (previa accurata pulizia) con la massima cura lungo le giunzioni medesime con nastro adesivo (spessore circa 3 mm) dello stesso materiale fornito sempre dalla stessa casa costruttrice. Collante e nastro non dovranno modificare le prescritte caratteristiche di reazione al fuoco. Non è ammesso l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o P.V.C.). E' ammesso che per alcune parti di tubazioni non rettilinee (quali curve, Te, o simili) vengano eventualmente utilizzati pezzi speciali precostruiti in cantiere con tronchetti di guaina opportunamente tagliati e sagomati e/o con porzioni di lastra, sempre dello stesso spessore, il tutto posto in opera con le stesse modalità. Per le tubazioni di diametro più elevato per le quali non fossero disponibili nel mercato le guaine, si userà lastra dello stesso materiale (con tutte le altre caratteristiche termofisiche e di reazione al fuoco eguali a quelle della guaina); posta in opera con le modalità precedentemente esposte.

Non saranno accettati isolamenti nei quali il nastro di sigillatura tenda a sollevarsi o staccarsi.

2.6.2.2 Modalità di posa in opera per l'isolamento di pompe, valvole, dilatatori, filtri, ecc.

Nel caso di impiego di gusci isolanti prestampati per apparecchiature e valvolame convoglianti acqua refrigerata, gli stessi dovranno essere accuratamente incollati lungo le giunzioni e (salvo che per i gusci in caucciù o neoprene espanso) tratti con barriera al vapore esterna, eseguita con apposita vernice bituminosa o simile.

Qualora fosse utilizzato nastro autoadesivo di caucciù o neoprene espanso oppure nastro autoadesivo costituito da impasto di prodotto bituminoso e graniglia di sughero (Prestitute), lo stesso dovrà essere posto in opera dopo aver ben pulito le superfici del componente, senza stirarlo ed avvolgendolo in più strati, fino a raggiungere uno spessore di almeno 15 mm.

Qualora fosse utilizzata la lastra di caucciù o neoprene espanso, la stessa dovrà essere posta in opera dopo aver ben pulito le superfici del componente, incollata e avvolgendola in più strati se necessario fino all'ottenimento di una forma regolare (cilindrica o poliedrica) e di uno spessore analogo a quello della relativa tubazione.

Qualora fosse utilizzato materassino di lana di vetro o di roccia certificata ed etichettata come "non cancerogena" secondo la legislazione vigente lo stesso dovrà essere posto in opera dopo aver ben pulito le superfici del componente, avvolgendolo anche in più strati se necessario fino

all'ottenimento di una forma regolare (cilindrica o poliedrica) e di uno spessore analogo a quello della relativa tubazione.

L'isolamento di valvole, filtri, ecc., dovrà, in ogni caso, essere realizzato ovunque sussistano pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso di apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, ed in modo tale da essere assolutamente stagno, impermeabile all'acqua ed al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso di sigillanti siliconici o poliuretanicici in tutti i punti ove ciò sia necessario.

Si rammenta che l'isolamento termico di compensatori o giunti (ove presenti) dovrà consentire gli spostamenti dei compensatori o giunti stessi.

2.6.2.3 Modalità di posa in opera per l'isolamento di serbatoi, scambiatori, ecc., in lastra di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse

L'isolamento di serbatoi, scambiatori, ecc., in lastra di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse e dello stesso tipo di quello impiegato per le tubazioni sarà posto in opera (eventualmente in più strati, fino allo spessore richiesto) secondo le migliori regole dell'arte, incollato con apposito collante fornito dalla casa costruttrice e sigillato con la massima cura lungo tutte le giunzioni longitudinali e trasversali e sulle testate di estremità con apposito nastro adesivo (dello spessore di 3 mm fornito dalla stessa casa costruttrice) dello stesso materiale del rivestimento, seguendo scrupolosamente le istruzioni per l'uso (in particolare previa accurata pulizia delle superfici). Non sarà accettato l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o P.V.C.).

Non saranno accettati isolamenti nei quali il nastro di sigillatura tenda a sollevarsi o staccarsi.

2.7 Apparecchi di scambio termico e simili

2.7.1 Caratteristiche tecniche generali

Tutti gli apparecchi di scambio termico e simili saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate della relativa dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva PED 2014/68/UE, Direttiva bassa

tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, D.Lgs. 81/2008; norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.); ecc.);

- essere corredate di targa metallica, con stampigliati in maniera chiara ed indelebile il nome del costruttore, l'anno di costruzione e tutte le sue caratteristiche principali (ad esempio per le macchine frigorifere: potenza, fluido frigorifero, kg di carica, ecc.).

In particolare, gli apparecchi destinati ad acqua per consumo umano dovranno rispondere alle relative disposizioni di legge, quindi il D.M. 21/03/1973 ed il D.P.R. 777/82, con i successivi aggiornamenti e modifiche, il D.Lgs. 108/92, ecc. .

La scelta degli apparecchi dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per: efficienza energetica, nel senso di dimensionamento ampio (che assicuri elevate superfici di scambio e basse perdite di carico) e, ove necessario, di buon isolamento termico; silenziosità di funzionamento, per quegli apparecchi che potessero generare rumore; servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

Le principali norme di prodotto applicabili sono la UNI EN 247:2001 per la terminologia, la UNI EN 305:1999 per i metodi di prova, la UNI EN 306:2001 per i metodi di misurazione dei parametri, la UNI EN 307:2000 per l'installazione, la UNI EN 308:1998 per i recuperatori di calore.

Ogni apparecchio dovrà essere dotato di una targa metallica con riportati in modo chiaro ed indelebile (non è ammesso l'uso di pennarelli) il nome del costruttore, l'anno di fabbricazione e tutte le caratteristiche principali (portata, temperatura, potenza o simili).

In relazione a quanto previsto negli elaborati di progetto, saranno usati i tipi di apparecchi di seguito elencati:

2.7.2 Modalità di posa in opera

Tutti gli apparecchi dovranno essere installati osservando tutte le indicazioni del progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la manutenzione ordinaria e straordinaria. Gli apparecchi dovranno essere fissati alle strutture edili di sostegno in maniera stabile (non semplicemente appoggiati), in modo da resistere anche alle sollecitazioni sismiche, senza subire ribaltamenti o spostamenti orizzontali in qualsiasi direzione sotto l'azione del sisma.

Nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, anche le modalità di posa in opera che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

Le tubazioni collegate agli apparecchi non dovranno gravare con il loro peso sugli apparecchi stessi e/o sui loro attacchi flangiate o filettati; i collegamenti dovranno essere eseguiti in modo tale da poter essere facilmente smontati per la manutenzione dei vari componenti. A tal fine, le tubazioni non dovranno essere installate in modo da ostacolare la manutenzione e/o lo smontaggio dell'apparecchio e/o di parti di esso.

Qualora i diametri degli attacchi idronici sull'apparecchio siano diversi da quelli delle tubazioni in arrivo – partenza, saranno interposti dei tratti di tubazioni tronco-conici con angolo di conicità non superiore a 15° (filettati o flangiati), di raccordo fra attacchi e tubazioni o valvolame.

2.8 *Apparecchiature impianti elettrici di pertinenza degli impianti termomeccanici*

2.8.1 **Specifiche tecniche generali**

2.8.1.1 **Caratteristiche tecniche quadri elettrici**

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere conformi alle norme:

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113);
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114);
- CEI EN 60204-1 (per quadri automazione a bordo macchina).

Le apparecchiature montate nei quadri elettrici dovranno rispondere alle prescrizioni generali di seguito descritte e presentare caratteristiche tecniche conformi a quanto specificato nei disegni di progetto; dovranno in particolare possedere caratteristiche tecniche adeguate alle utenze da alimentare e dimensionate per i livelli di corto circuito previsti.

Tutti gli accessori utilizzati all'interno dei quadri (sbarre, attacchi, supporti isolanti, profilati, piastre, ecc.) dovranno essere prodotti standard realizzati dal costruttore dell'involucro; dovranno essere rispettate le modalità installative indicate dal costruttore stesso. Non saranno accettate soluzioni "artigianali".

Sulle porte e sui pannelli apribili potranno essere fissati solamente strumenti di misura, selettori di comando, lampade di segnalazione luminosa, che dovranno essere di tipo modulare, quadrati o rettangolari, con identificazione del servizio.

La posizione di pulsanti, selettori di comando, lampade, ecc., dovrà essere razionalmente studiata in base alla collocazione della relativa apparecchiatura controllata.

I quadri dovranno essere sempre dotati di pulsante per consentire la prova contemporanea di tutte le lampade di segnalazione installate sui quadri stessi.

Ogni quadro dovrà essere predisposto in modo che al mancare ed al successivo ritorno della tensione di rete, le utenze prima alimentate possano riprendere in modo automatico il loro regolare funzionamento.

Il grado di protezione dei quadri elettrici dovrà essere non inferiore a quanto indicato negli schemi unifilari con minimo IP3X con porte chiuse e IP2X con porte aperte.

L'uscita e l'ingresso dei cavi nei quadri elettrici dovrà garantire il grado di protezione IP previsto utilizzando appositi accessori (pressacavo per ogni cavo ovvero moduli tipo Roxtec o equivalente approvato).

Caratteristiche elettriche principali

- tensione di isolamento nominale:660 V;
- tensione di esercizio:400/230 V;
- frequenza nominale:50 Hz;
- tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto circuiti di potenza:2500 V;
- tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto circuiti ausiliari: 1500 V;
- corrente nominale di breve durata ammissibile per 1 secondo non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto;
- corrente nominale di cresta ammissibile non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto;
- apparecchiature dimensionate per una corrente di corto circuito non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto.

Involucri in lamiera

I quadri elettrici di bassa tensione con involucri in lamiera dovranno essere realizzati, in generale, da scomparti prefabbricati con intelaiatura autoportante in lamiera di acciaio pressopiegata avente spessore minimo di 2 mm e pannelli di chiusura in lamiera di acciaio ribordata dello spessore di 1,5 mm e comunque sufficientemente robusta per sostenere le apparecchiature e per resistere alle sollecitazioni a cui sono sottoposti. Profilati e lamiere dovranno essere perfettamente protetti contro la ruggine e finemente verniciati a forno in tinta a scelta della DL.

Le caratteristiche estetiche e dimensionali dei quadri dovranno risultare omogenee nell'ambito di uno stesso progetto.

Gli scomparti dovranno essere affiancabili e componibili tra loro in modo da ottenere la configurazione richiesta.

La parte superiore e quella inferiore degli scomparti dovranno essere chiuse con lamiere asportabili, per permettere l'ingresso/uscita dei cavi indifferentemente dal basso o dall'alto.

Il collegamento tra parti fisse e parti mobili contenenti apparecchiature dovrà essere realizzato con cavetto flessibile, e particolare cura dovrà essere riservata in corrispondenza della parte rotante per evitare strappi o rotture. Si preferiscono morsetti componibili sia sulla parte fissa che su quella rotante.

I quadri dovranno essere realizzati in modo tale da permettere eventuali futuri ampliamenti ai lati, con l'aggiunta di ulteriori scomparti; per fare ciò, le estremità laterali dei quadri dovranno essere chiuse con pannelli asportabili in lamiera di acciaio, per renderne agevole l'ampliamento.

Dovranno essere studiate e realizzate delle canalizzazioni ed aperture grigliate per la circolazione naturale dell'aria, in modo da garantire il mantenimento delle temperature interne entro i limiti imposti dalle norme CEI/IEC applicabili;

La viteria dovrà essere esclusivamente in acciaio inox con bulloni di tipo "autograffiante"; le viti di chiusura delle portine dovranno essere di tipo imperdibile con impronta a croce.

Le cerniere dovranno essere di tipo prefabbricato con elevato grado di robustezza e dovranno consentire l'apertura delle portine con angoli maggiori di 100°.

Le portine anteriori dovranno essere previste di guarnizioni di battuta e corredate di serratura di sicurezza unificata per tutti i quadri della fornitura; le portine incernierate dovranno avere almeno due punti di chiusura per altezze di 600 o 800 mm e almeno tre punti di chiusura per altezze maggiori di 800 mm.

Involucri in materiale termoplastico

I quadri in materiale termoplastico isolante dovranno essere costruiti secondo criteri di robustezza meccanica sia nell'intelaiatura che nelle parti mobili, dovranno essere resistenti agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi, basi e olii minerali), agli agenti atmosferici ed ai raggi UV.

Il materiale termoplastico dovrà essere autoestinguento secondo le norme UL 94 V-0 e UL 94 5VB e resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 960 °C (prova del filo incandescente) secondo la norma CEI 89-12 (CEI EN 60695-2-10).

Le caratteristiche estetiche e dimensionali dei quadri dovranno risultare omogenee nell'ambito di uno stesso progetto.

Sbarre e connessioni

In tutti i quadri elettrici di bassa tensione in cui siano previste connessioni con sbarre, queste dovranno essere realizzate in piatto di rame elettrolitico a spigoli arrotondati ed essere dimensionate per le correnti nominali e di corto circuito prescritte.

Le sbarre devono essere ancorate e sostenute da supporti reggisbarre in materiale isolante tali da assicurare la tenuta agli sforzi elettrodinamici conseguenti alle correnti di guasto dell'impianto.

Le sbarre con portate maggiori di 250A saranno argentate o stagnate almeno nelle zone di connessione al fine di prevenire fenomeni di ossidazione.

Come minimo le sbarre saranno così dimensionate:

- sbarre principali, in base alla corrente nominale del quadro;
- sbarre di derivazione verticali facendo in base alla somma delle correnti nominali degli interruttori alimentati;

- sbarre di derivazione alle singole apparecchiature in base alla corrente nominale delle apparecchiature.

Le connessioni in cavo devono essere limitate al minimo indispensabile; in tutti i casi in cui sia possibile devono essere utilizzate sbarre.

La sequenza delle fasi deve essere, guardando il fronte del quadro, RSTN da sinistra a destra, dal fronte verso il retro e dall'alto verso il basso.

Messa a terra

I quadri dovranno essere percorsi longitudinalmente o verticalmente da una sbarra di terra in rame, avente sezione minima pari a 125 mm² e comunque dimensionata sul valore delle correnti di guasto previste.

Le estremità della sbarra di terra dovranno essere dotate della possibilità di collegamento al dispersore di terra con conduttori aventi sezione fino a 120 mm².

A tale sbarra dovranno essere collegati, in modo da garantire una efficace e sicura continuità elettrica, tutti gli elementi di carpenteria e i componenti principali del quadro. A tal riguardo i collegamenti dovranno essere completi di capocorda di tipo ad occhiello e realizzati con rondelle elastiche e bulloni.

I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm².

I quadri a cassetta per installazione a parete potranno essere dotati, in sostituzione della sbarra di terra, di adatti morsetti aventi superficie di contatto adeguata alle correnti di guasto previste.

Interruttori automatici

Gli interruttori automatici impiegati all'interno dei quadri di BT potranno essere di tipo scatolato o modulare in versione rimovibile o fissa a seconda del tipo di utilizzazione previsto e della corrente nominale delle utenze da proteggere. La tipologia è in genere riscontrabile nei disegni di progetto.

Gli interruttori di tipo scatolato saranno normalmente previsti per portate uguali o superiori a 100 A e nei casi in cui sia necessario realizzare la selettività con interruttori modulari sui quadri a valle.

Gli interruttori di tipo modulare, con modulo 17,5 mm, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) per usi domestici e similari, ove non diversamente specificato. Essi saranno impiegati per portate uguali o inferiori a 100 A per i circuiti che alimentano le utenze finali. L'esecuzione dovrà essere adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm.

La curva di intervento magnetotermico dovrà essere scelta in funzione del tipo di carico da alimentare.

Gli interruttori magnetotermici in generale dovranno sempre essere dotati di dispositivi di protezione su tutte le fasi.

Il conduttore di neutro dovrà essere interrotto e/o protetto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8; è da tenere presente che nel caso di adozione di un sistema tipo TN-C, il conduttore PEN non dovrà in alcun caso venire sezionato, né protetto.

Il potere di interruzione dovrà essere almeno pari alla corrente di corto circuito trifase presunta nel punto di installazione, salvo i casi in cui sia accettata la protezione di sostegno, con i limiti imposti dalle norme CEI 64-8.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere tra loro intercambiabili.

Interruttori differenziali

Gli interruttori differenziali saranno costituiti da un dispositivo ad intervento differenziale per guasto a terra, in genere da associare agli interruttori magnetotermici.

Gli interruttori differenziali dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 61009.

Dovrà essere garantita la selettività di intervento differenziale tra gli interruttori posti a monte e quelli posti a valle; a tale scopo la protezione differenziale dell'interruttore a monte dovrà avere una corrente di intervento almeno doppia di quella dell'interruttore a valle e tempo di ritardo superiore al tempo totale di apertura del dispositivo a valle.

Per portate fino a 250A il dispositivo differenziale e l'interruttore automatico potranno essere integrati in un unico apparecchio, senza necessità di alimentazione ausiliaria esterna.

Per portate superiori ai 250A il dispositivo differenziale dovrà agire sullo sganciatore di apertura dell'interruttore automatico a cui risulta accoppiato. In tal caso il differenziale dovrà essere alimentato da un trasformatore toroidale entro cui devono essere fatti passare tutti i conduttori attivi del circuito da proteggere.

Oltre che nei casi previsti dalle norme CEI applicabili e in quelli indicati sugli schemi di progetto, gli interruttori differenziali dovranno anche essere previsti sempre nei sistemi TT e in tutti i circuiti in cui la protezione contro i contatti indiretti non sia realizzata con le protezioni indicate dalle norme CEI 64-8 o tramite interruzione automatica del circuito con intervento delle protezioni magnetotermiche.

Nei quadri secondari potranno essere utilizzati interruttori differenziali puri, senza protezione magnetotermica, a monte di gruppi di interruttori automatici relativi ad utenze omogenee; tali

differenziali dovranno avere portata nominale non inferiore a 25A e dovranno risultare protetti dal dispositivo magnetotermico previsto a monte.

Tutti gli interruttori differenziali dovranno essere dotati di pulsante per la prova del circuito di scatto.

Nel caso di utilizzo di interruttori quadripolari per utenze tripolari, questi dovranno avere tutti i poli cablati a monte per garantire il funzionamento del test di prova differenziale.

Contattori

I contattori dovranno essere adatti per categoria di impiego AC3, se utilizzati per avviamento di motori (carichi induttivi) o AC1 negli altri casi (carichi resistivi).

I contattori dovranno essere adatti per montaggio fisso entro quadri secondari e ad armadio, dotati di tutti gli accessori e contatti ausiliari necessari per la realizzazione degli schemi elettrici richiesti. Quando impiegati per avviamento motori, le loro caratteristiche elettriche dovranno essere coordinate con quelle dei motori da comandare, con quelle degli interruttori automatici o fusibili posti a monte e con i relé termici accoppiati.

Relè termici

I relé termici per la protezione contro il sovraccarico dovranno essere tipicamente utilizzati in esecuzione fissa tripolare in serie ai contattori e agli interruttori automatici, con i quali devono essere coordinati, per i circuiti di avviamento motori.

I relé termici dovranno avere ampio campo di regolazione della corrente di intervento ed essere dotati di almeno due contatti ausiliari di scambio.

Il riarmo dei relé dovrà essere di tipo manuale.

I relé di tipo bimetallico dovranno essere compensati contro le variazioni di temperatura ambiente.

Per la protezione da motori con tempi di avviamento particolarmente lunghi dovranno essere impiegati relé termici per avviamento pesante.

Interruttori automatici magnetotermici salvamotori

Le partenze con salvamotore potranno essere utilizzate per i circuiti di avviamento motori in alternativa all'impiego di interruttore magnetico / relé termico (con contattore), in accordo con i disegni di progetto.

I salvamotori dovranno essere costruiti secondo le norme CEI 17-50 (CEI EN 60947-4-1), CEI 17-44 (CEI EN 60947-1), CEI 17-5 (CEI EN 60947-2), CEI 17-11 (CEI EN 60947-3).

Le caratteristiche di tali dispositivi (tarature, campi di regolazione, ecc.) dovranno essere scelte con gli stessi criteri utilizzati nel caso di partenze motore con apparecchi separati.

Il coordinamento dovrà sempre essere di tipo 2, tale da assicurare le prestazioni nominali delle apparecchiature, dopo un guasto, senza che si renda necessario alcun intervento di manutenzione.

La protezione contro il corto circuito dovrà essere data dall'interruttore automatico che ha anche la protezione termica regolabile integrata.

Il salvamotore dovrà essere accessoriatato con contatti per segnalazione a distanza di stati ed anomalia.

Il salvamotore dovrà essere in esecuzione adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm. Quando è richiesta l'esecuzione di quadro tipo motor control center, il salvamotore dovrà essere inserito nel cassetto (fisso o estraibile) unitamente al contattore e dovrà avere la manovra dell'interruttore rinviata sul cassetto.

Fusibili

I fusibili impiegati nei circuiti di potenza dovranno essere di tipo cilindrico o a coltello ad alto potere di interruzione, con elevate caratteristiche di limitazione della corrente di corto circuito presunta; la caratteristica di intervento dovrà essere adeguata al tipo di utenza da proteggere (motore o altro).

La corrente nominale dei fusibili dovrà essere scelta in base alle caratteristiche del motore o del carico da proteggere.

Se utilizzati in serie a contattori o a sezionatori, i fusibili dovranno essere coordinati con essi.

Sezionatori e interruttori di manovra-sezionatori

I sezionatori (di tipo sottocarico e a vuoto) dovranno essere in grado di resistere termicamente e dinamicamente alle correnti di guasto previste; a tale scopo dovrà esserci coordinamento tra interruttore magnetotermico a monte e sezionatore stesso.

Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classi di precisione adeguate ai carichi da alimentare.

I trasformatori di corrente dovranno avere custodia in materiale termoplastico autoestinguento ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

I trasformatori di tensione dovranno avere custodia metallica messa a terra ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

Tutti i trasformatori dovranno avere un morsetto secondario collegato a terra.

Limitatori di sovratensione/scaricatori (SPD)

Ove previsti, gli scaricatori dovranno essere del tipo a spinterometro autoestinguente (scaricatori di sovracorrente in bassa tensione) ea varistore con ossido di zinco (scaricatori di sovratensione in bassa tensione); essi dovranno rispondere alle norme CEI EN 61643-11.

Gli scaricatori saranno in genere inseriti a valle degli interruttori o sezionatori generali e protetti da opportuni fusibili o interruttori automatici.

La sezione del conduttore di terra che collega ogni singolo scaricatore all'impianto di terra dovrà essere di almeno 16 mm².

In ogni caso la sezione dei conduttori di cablaggio sugli scaricatori dovrà essere adeguata al livello di corrente di corto circuito nel punto di installazione.

I cablaggi tra gli scaricatori all'interno dei quadri elettrici dovranno evitare la realizzazione di "spire" tra il conduttore di terra e gli altri conduttori.

In presenza di elevato numero di armoniche, dovranno essere installati scaricatori di tipo a varistore.

Le caratteristiche di tensione, corrente ed isolamento sono riscontrabili nei disegni di progetto.

Relè di protezione

I relè di protezione associati agli interruttori magnetotermici potranno essere di tipo elettromeccanico o elettronico, secondo quanto prescritto sui disegni di progetto.

Gli altri relè di protezione dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

Strumenti di misura

Gli strumenti di misura dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

I voltmetri dei quadri di bassa tensione potranno essere alimentati direttamente a 400 V.

Gli strumenti di misura dovranno essere di tipo digitale con visualizzazione numerica (e a barre per tensioni e correnti) e adatti per montaggio su barra DIN.

Le grandezze misurate dovranno indicare il "vero valore efficace" (true RMS).

Inverter

Gli inverter, impiegati per l'azionamento a velocità variabile di motori asincroni trifasi (quando non installati all'origine direttamente a bordo dell'apparecchiatura servita), dovranno in genere essere alloggiati dentro i quadri di distribuzione delle rispettive utenze regolate, negli appositi scomparti predisposti, ovvero, a seconda di quanto richiesto e/o necessario, fuori di detti quadri.

Gli inverter dovranno essere del tipo a codifica PWM vettoriale con controllo del vettore tensione, con frequenza regolabile in uscita da 5 a 60 Hz.

Gli inverter dovranno essere dotati di tastiera di comando e di programmazione e display di controllo, in grado di riportare i parametri e i codici di allarme. Dovranno inoltre essere dotati di funzione di riavvio dopo mancanza di alimentazione con possibilità di selezione.

Tutte le indicazioni riportate sul display dovranno essere in lingua italiana o comunque costituite acronimi di inequivocabile significato.

Durante le operazioni di avvio e di arresto, gli inverter dovranno essere in grado di supportare le commutazioni del circuito motore. Tali commutazioni non dovranno provocare danni al variatore e non richiederanno la presenza di una logica di interblocco esterna.

I variatori di velocità dovranno essere forniti di filtri antidisturbo in ingresso ed in uscita, in modo che l'installazione e l'esercizio risultino conformi ai vigenti limiti di emissione e di immunità nel campo della compatibilità elettromagnetica.

Gli inverter dovranno avere contatti puliti per la segnalazione di:

- anomalia generale, che cumulerà gli allarmi di sovratensione / sottotensione, guasto generale, corto circuito / sovracorrente, sovratemperatura, blocco motore;
- intervento protezione I²t.

Gli inverter dovranno essere dotati di morsetti per il collegamento a sonde di tipo PTC e per il collegamento del comando e della regolazione dalla unità periferica. Tale regolazione dovrà effettuarsi mediante segnali in corrente (0 ÷ 20 o 4 ÷ 20 mA) o in tensione (0 ÷ 10 V o 2 ÷ 10 V).

Caratteristiche tecniche:

- frequenza regolabile in uscita: 5 ÷ 60 Hz;
- grado di protezione: IP55;
- temperature ambiente di installazione: -20 °C / +60 °C .

Apparecchiature ausiliarie

I quadri a servizio degli impianti termomeccanici dovranno essere equipaggiati con tutte le apparecchiature ausiliarie necessarie per renderli completi e pronti al funzionamento anche se non indicati nei disegni di progetto.

In generale dovranno essere previsti:

- relè ausiliari;
- indicatori luminosi;
- commutatori e selettori di comando e di misura;
- pulsanti;
- resistenze anticondensa, comandate da termostati;
- ventilazione forzata in settori dei quadri dove siano presenti apparecchiature elettroniche di regolazione e controllo.

I dispositivi e le apparecchiature che devono essere visualizzati e manovrati dall'esterno dei quadri, dovranno essere previsti per montaggio incassato sulle portelle, con grado di protezione minimo IP5X a porta chiusa e IP2X sui terminali posteriori.

Collocazione di apparecchiature di regolazione

Quando richiesto dai disegni di progetto i quadri dovranno comprendere, oltre ai cubicoli di potenza, una colonna, o un cubicolo, o comunque lo spazio sufficiente per il contenimento delle apparecchiature di regolazione.

Salvo per i quadri bordo macchina e per i quadri di modeste dimensioni (a servizio di una sola macchina), i regolatori dovranno essere posti in una sezione del quadro completamente segregata elettricamente e meccanicamente (colonna a sé stante, cubicolo, sezione del quadro con proprio pannello di accesso).

Il cablaggio interno dei pannelli di regolazione dovrà essere realizzato con gli stessi criteri descritti in precedenza.

Interblocchi

I quadri dovranno essere dotati di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

Tutti i blocchi a chiave dovranno essere realizzati in modo tale che l'estrazione della chiave mantenga le apparecchiature bloccate nella posizione in cui si trovano.

Le sequenze di manovra e il tipo dei blocchi meccanici dovranno essere sottoposti per approvazione alla DL.

L'accoppiamento delle chiavi di interblocco dovrà essere effettuato mediante inanellamento saldato tale da garantire l'impossibilità di disaccoppiare le chiavi stesse.

Cablaggi interni

Tutti i conduttori di cablaggio dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo FG17 450/750 V dimensionati per la portata nominale delle apparecchiature.

I conduttori dei circuiti in partenza e in arrivo dovranno essere adeguatamente fissati alla struttura del quadro in modo che il loro peso non gravi sulle apparecchiature e in modo che possano sopportare le elevate sollecitazioni elettrodinamiche delle correnti di corto circuito.

I conduttori dovranno essere collegati alle apparecchiature con appositi capicorda a pressione.

I circuiti ausiliari e di potenza dovranno essere posti entro canaline in PVC autoestinguenti, esenti da emissioni tossiche, non igroscopiche, traforate e con coperchio.

Il capo di ogni conduttore fissato a morsetti o ad apparecchiature dovrà essere numerato mediante anellino segnafile.

Tutti i circuiti, sia di potenza che ausiliari che entrano od escono dal quadro dovranno far capo ad apposite morsettiere di tipo componibile, adeguate alle sezioni dei cavi collegati e dotate di cartellini di numerazione.

Tutti i segnali in arrivo da apparecchiature fuori quadro dovranno far capo a relé ausiliari con zoccolo in esecuzione estraibile e morsetti di collegamento anteriori.

Circuiti ausiliari

I circuiti ausiliari di comando, segnalazione e misura all'interno dei quadri, dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo FG17 450/750 V, di sezione adeguata, posati su cavidotti in materiale termoplastico, riuniti a fascio. Dovranno essere alimentati in bassissima tensione c.a., tramite trasformatore di sicurezza.

La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni delle norme CEI 20-21 moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale I_n dell'organo di protezione e non alla corrente di impiego I_b della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque inferiore a 4 A/mm².

Per i diversi circuiti dovranno comunque essere impiegate le seguenti sezioni minime:

- circuiti amperometrici: 4 mm²;
- circuiti voltmetrici: 2,5 mm²;
- circuiti di comando e segnalazione: 1,5 mm²;

- circuiti di comando e segnalazione all'interno di apparecchiature: 1 mm².

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

Le estremità dei conduttori dovranno essere provviste di identificazione in conformità agli schemi funzionali e/o di cablaggio e di terminali isolati.

Morsettiere

Le morsettiere dovranno essere di tipo componibile con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, installate su guida DIN e opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro secondo le modalità previste nel presente paragrafo; l'eventuale suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori.

Le morsettiere ausiliarie per circuiti voltmetrici e amperometrici dovranno essere rispettivamente, di tipo sezionabile e cortocircuitabile, riunite in appositi complessi protetti da schermo in resina trasparente.

Le morsettiere dovranno essere accessibili con quadro in servizio.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

Le morsettiere di attestazione dell'alimentazione ausiliaria a 230V c.a. dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica o scritte indicanti parti in tensione.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

Dovrà essere previsto un numero di morsetti ausiliari disponibili in quantità pari al 10% di quelli utilizzati.

Sui quadri che alimentano unità di trattamento aria (UTA), dovrà essere predisposta in morsettiera la possibilità di effettuare l'arresto di tutti i ventilatori tramite un comando proveniente dalla centralina rilevamento incendio.

Predisposizioni per controllo DDC centralizzato impianti (ove previsto)

In tutti i casi in cui sia prevista l'installazione di un sistema DDC centralizzato per la gestione ed il controllo degli impianti, dovranno essere sempre riportati alle morsettiere dei quadri elettrici contatti di scambio senza tensione e dispositivi per segnalazione, comando e allarme, come di seguito descritto e comunque rilevabile dai disegni di progetto. Sopra le morsettiere dovrà essere previsto uno spazio utile di 30 cm a disposizione per eventuali apparecchiature.

Per tutte le utenze gestite dal sistema centralizzato dovranno essere adottati selettori a tre posizioni (“manuale – 0 – automatico”) installati sul fronte del quadro e inseriti sui circuiti ausiliari di comando dei rispettivi contattori di linea. Per le utenze (gestite dal sistema centralizzato) dotate di proprio quadro elettrico “di bordo” e quindi sprovviste di contattore di linea sul quadro elettrico di distribuzione generale, non vi sarà il selettore a tre posizioni ed il sistema centralizzato agirà direttamente sul quadro di bordo, che dovrà essere predisposto in tal senso. Per le utenze monofase di piccola potenza, non dotate di teleruttore sul quadro, il selettore potrà agire direttamente sul circuito di potenza.

Ferme restando le indicazioni riportate negli altri elaborati in merito alle definizioni e alle quantità dei punti controllati da remoto, per ogni quadro dovranno essere previste le predisposizioni per il riporto a distanza di almeno le seguenti indicazioni:

- rilievo della posizione dei selettori “manuale-0-automatico” e di tutti i selettori “locale/remoto”;
- segnalazione di stato di tutti gli interruttori automatici, inclusi quelli per protezione motori;
- segnalazione marcia-arresto per ogni utenza;
- segnalazione di allarme termico scattato per ogni utenza;
- segnalazione di avaria dell’inverter, quando presente;
- segnalazione intervento protezione I2t inverter, quando presente.

Materiali isolanti

I materiali isolanti impiegati all'interno dei quadri elettrici dovranno essere di tipo autoestinguento, esenti da emissioni tossiche, non igroscopici, ad elevate caratteristiche di resistenza alle scariche superficiali e all'invecchiamento.

Accessori

I quadri dovranno essere dotati almeno dei seguenti accessori:

- lampade di segnalazione di tipo led, ovvero complessi di segnalazione a led pre-assemblati, completi delle varie segnalazioni di stato, allarme, ecc. relative alle varie apparecchiature; la superficie di emissione dovrà essere > 100 mm² con un angolo di emissione di almeno 140°;
- schema elettrico, schema funzionale e schema topografico con l'indicazione delle zone d'impianto custoditi in apposita tasca portaschemi in plastica rigida all'interno del quadro;
- targa di identificazione del quadro posta sulla parte superiore del quadro stesso;
- targa del costruttore completa dei dati richiesti dalle norme CEI EN 61439-2 e fissate con viti e/o rivetti;

- targhette di identificazione delle utenze in alluminio, ovvero in materiale plastico autoestingente, con scritte pantografate inserite su apposite guide porta etichette in plastica o magnetiche (tipo Italfit h≥15 mm o equivalenti) fissate con viti zincate o in nylon sul fronte del quadro; eventuali spazi vuoti dovranno essere completati con targhette senza scritte in modo da evitare la possibilità di scorrere lungo le guide;
- (eventuali) targhe di istruzione e/o di indicazione di pericolo con dicitura o simbologia di colore nero o rosso su fondo giallo, fissate sopra ogni schermatura e/o pannello di protezione contro contatti diretti su parti in tensione;
- golfari di sollevamento.

Riserva

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni interne e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno il 20%.

Marcature

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marcature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art.3 ed essere del seguente tipo:

- targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse o nelle vicinanze sulla struttura del quadro;
- anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti pre-siglato termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio;
- cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

Trattamento delle superfici e verniciatura dei quadri in lamiera

Tutte le superfici metalliche dei quadri dovranno essere opportunamente trattate e verniciate in modo da resistere all'usura del tempo e alle condizioni ambientali del luogo di installazione.

In particolare, dovrà essere adottato il seguente ciclo:

- lavaggio;

- fosfatazione;
- asciugatura;
- verniciatura con applicazione elettrostatica di smalto in polvere termoindurente, con spessore minimo di 60 micron;
- polimerizzazione in forno.

L'appaltatore potrà proporre il proprio ciclo di verniciatura, anche se diverso da quello prescritto, sottoponendolo all'approvazione da parte della DL.

Il colore finale dovrà essere concordato con la DL sulla base delle tabelle di codifica RAL.

Caratteristiche tecniche per quadri di bordo macchina

Per quadri di bordo macchina si intendono i quadri, installati all'origine direttamente dal costruttore su macchine particolari (quali ad esempio, UTA, gruppi refrigeratori, gruppi pompe, ecc.) e forniti con le medesime, contenenti i dispositivi di protezione, comando e controllo per tutte le apparecchiature e la strumentazione a servizio della sola macchina servita.

Tali quadri, realizzati nel rispetto delle caratteristiche costruttive generali indicate in precedenza, dovranno avere:

- un interruttore generale con blocco porta o con microinterruttore, tale da impedire l'accesso all'interno con quadro di tensione;
- cablaggio interno ordinato, con siglatura cavi e morsetti, con capicorda, con canalette di contenimento dei cavi, ecc.;
- grado di protezione minimo IP54, comprese le feritoie per ingresso/uscita cavi eventualmente realizzato con pressacavi oppure con chiusure tipo CF Frame Roxtec o equivalenti;
- identificazione colori conduttori e borchie luminose secondo le specifiche precedenti.

I quadri relativi a pompe di sollevamento, trattamento acqua od in generale collocati in ambienti umidi e/o bagnati dovranno essere del tipo in resina, resistente agli urti ed agli agenti chimici.

2.8.1.2 Caratteristiche tecniche per cavi

I cavi utilizzati negli impianti elettrici per termomeccanici dovranno essere di primaria marca.

La scelta delle sezioni dei conduttori dovrà basarsi sulle seguenti considerazioni:

- il valore massimo di corrente transitante nei conduttori dovrà essere pari all'80% della loro portata stabilita secondo le tabelle CEI-UNEL per le condizioni di posa stabilite;

- la massima caduta di tensione a valle del quadro generale fino all'utilizzatore più lontano dovrà essere minore del 4%, salvo i valori prescritti per impianti particolari;
- la massima caduta di tensione ammessa ai morsetti di utenze motore, dovrà essere pari al 5% nel funzionamento continuo a pieno carico e del 15% in fase di avviamento;
- dovrà essere verificata la protezione delle condutture contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

La sezione minima dei conduttori, salvo prescrizioni particolari dovrà essere:

- 1 mm² per i circuiti di segnalazione ed assimilabili;
- 1,5 mm² per i circuiti luce ed ausiliari;
- 2,5 mm² per i circuiti FM.

I colori dei cavi di energia dovranno essere i seguenti:

- fase R:nero
- fase S:grigio
- fase T:marrone
- neutro:azzurro
- terra :giallo verde

Non sarà ammesso l'uso dei colori azzurro e giallo verde per nessun altro servizio, nemmeno per gli impianti ausiliari.

Designazione dei cavi

Negli schemi elettrici, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

Per facilitare l'identificazione si riportano i seguenti esempi di designazione di formazione di linea:

- cavo FG17 4x1x1,5: quattro conduttori unipolari di sez.1,5 mmq, tensione nominale 450/750 V;
- cavo FG16R 0,6/1 kV 4x1x10: quattro conduttori unipolari di sez.10 mmq, tensione nominale 0,6/1 kV;

Tipologia dei cavi

Il tipo di cavi da impiegare per la realizzazione dei collegamenti fra i quadri degli impianti termomeccanici e le utenze che questi devono alimentare (compresi eventuali sottoquadri) è indicato negli schemi unifilari dei quadri stessi.

Se non indicato diversamente dovranno essere utilizzati i seguenti tipi di cavi:

- cavo FG17 o H07Z1-K Type 2 per i collegamenti protetti entro tubazioni e canali in PVC;
- cavo FG16OM1 0.6/1 kV negli altri casi e nella posa entro tubi interrati o entro canali metallici o su passerelle metalliche;
- cavo FG7OH2R+T per i collegamenti da inverter a motore.

Per la posa all'esterno fissa, permanente o temporanea, sono ammessi solo i cavi FG16 e analoghi nel caso di cavi schermati; non sono ammessi in alcun caso cavi tipo FROR.

Oltre alle linee di alimentazione delle varie utenze dovranno essere previste anche le linee di collegamento a organi di controllo quali termostati, pressostati, ecc., le linee di collegamento ad apparecchiature di regolazione quali valvole a solenoide, valvole motorizzate ecc., tutte le linee in arrivo o in partenza da eventuali moduli di regolazione o analoghe.

2.8.1.3 Caratteristiche tecniche per passerelle e canali portacavi

Generalità

Passerelle e canali dovranno essere costituiti da elementi componibili in lamiera zincata, così che la loro messa in opera non richieda operazioni di saldatura, ma solo tagli e forature.

Tutti i pezzi speciali (curve, incroci, derivazioni, riduzioni, setti separatori, ecc.) dovranno essere di tipo prefabbricato con le stesse caratteristiche dei tratti rettilinei.

I sostegni dovranno essere di tipo prefabbricato, di materiale e con zincatura conforme alla passerella o canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. I sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale.

La viteria e bulloneria dovrà essere esclusivamente in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti. Non sarà consentito l'uso di viti autofilettanti o precarie molle esterne.

Per la separazione tra reti diverse dovranno essere usati divisori in lamiera di acciaio posti su tutta la lunghezza della canalizzazione, comprese le curve, le salite e discese, gli incroci e le derivazioni; i divisori dovranno essere provvisti di forature o asolature idonee per il fissaggio ai canali ma non dovranno presentare aperture sulla parete di separazione dei cavi.

I coperchi dovranno avere i bordi ripiegati privi di parti taglienti; il fissaggio alla passerella dovrà avvenire per incastro o tramite ganci di chiusura innestati sul coperchio.

La zincatura non dovrà presentare macchie nere, incrinature, vaiolature, scaglie, grumi, scorie o altri analoghi difetti.

Caratteristiche meccaniche di passerelle e canali in acciaio

Le passerelle e i canali in acciaio dovranno avere valori di resistenza meccanica non inferiori a quelli indicati in tabella, definiti come carico minimo ammesso in DaN/m (DecaNewton/metro) (valori misurati per una freccia massima di 1/200 della portata intermedia, giunzione ad 1/5 della campata) misurata in conformità alle relative norme di prodotto:

Larghezza (mm)	50-75	100	150	200	300	400	500	600
Passerella in acciaio zincato con fondo chiuso, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m	135	135	145	150	180	190	195	200
Passerella in acciaio zincato con fondo forato, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m	135	135	145	150	180	190	195	200
Passerella in acciaio zincato a rete, altezza 50 mm, luce tra sostegni 1,5 m	16	16	25	35	60	90	90	110
Passerella in acciaio zincato a rete, altezza 100 mm, luce tra sostegni 1,5 m		40	55	75	110	110	130	130
Passerella in acciaio inox con fondo chiuso, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m	145	160	195	205	230	245		
Passerella in acciaio inox con fondo forato, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m	135	140	170	180	210	225		

La resistenza agli urti di tutte le tipologie di passerelle dovrà essere maggiore di 20 J a temperatura ambiente di 20 °C ± 5.

Caratteristiche elettriche di passerelle e canali in acciaio

Le passerelle e i canali in acciaio dovranno avere continuità elettrica garantita dal costruttore con resistenza elettrica (a 12V c.a. max 50Hz, 25A): ≤ 0,005 ohm al metro e ≤ 0,05 ohm in corrispondenza alla giunzione.

2.8.2 Modalità di posa in opera

2.8.2.1 Quadri elettrici

Generalità

I quadri di bassa tensione dovranno essere installati secondo le istruzioni del costruttore; dovranno essere installati addossati a parete con completa accessibilità per le operazioni di manutenzione, e con sufficiente circolazione dell'aria.

Le altezze di installazione, rispetto al pavimento, delle apparecchiature all'interno dei quadri devono rispettare, nei limiti del possibile, le seguenti indicazioni:

- strumenti di misura: max 2 m;
- dispositivi di manovra: tra 0,8 e 1,6 m;
- morsettiere: min 30 cm.

I quadri e tutti i loro componenti dovranno essere installati in modo tale da evitare reciproche influenze con altre apparecchiature, che possano determinare declassamenti.

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere in grado di funzionare nelle seguenti condizioni:

- installazione: all'interno;
- ambiente: normale;
- temperatura ambiente massima: 40°C;
- temperatura ambiente minima: -5°C;
- umidità relativa: 50% a 40°C.

Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale del componente (dovuta a tale inadeguata conservazione).

2.8.2.1.1 Cavi

Generalità

La posa dei cavi dovrà essere eseguita seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

I cavi potranno essere installati secondo le modalità di posa previste dalla norma CEI 64-8. In particolare, dovrà essere rispettato quanto descritto nel seguito.

I cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie. Saranno ammesse giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri e con appositi morsetti di sezione adeguata; non saranno accettate giunzioni nelle passerelle portacavi.

Il raggio di curvatura dei cavi dovrà tenere conto di quanto specificato dai costruttori.

La sezione dei conduttori delle linee principali e dorsali dovrà rimanere invariata per tutta la loro lunghezza.

Posa dei cavi entro passerelle e canali

I cavi entro passerelle o canali dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci, rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle; particolare attenzione dovrà essere posta per cavi disposti a strato o a fascio che dovranno avere sezioni simili o adiacenti (cioè aventi le sezioni dei conduttori comprese entro tre sezioni adiacenti unificate in rispondenza all'art. 4.2 della tabella CEI-UNEL 35024/1).

Cavi di sezione diversa dovranno essere opportunamente separati da una distanza pari ad almeno:

- due volte il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi unipolari;
- una volta il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi multipolari.

Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati alle passerelle con passo di 0,5 m; nei tratti orizzontali i cavi dovranno essere legati alle passerelle e ai canali mediante fascette in corrispondenza di curve, diramazioni, incroci, cambiamenti di quota e lungo i tratti in rettilineo almeno ogni 5 m. I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali chiusi (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

I morsetti di ancoraggio alle scale posacavi dovranno essere di tipo aperto; si esclude l'uso di morsetti metallici chiusi in particolare nel caso di cavi unipolari.

Siglatura

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente, in modo da consentirne l'individuazione. La sigla dovrà riportare il numero di identificazione del circuito.

Le siglature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art.3, e realizzate con anelli o tubetti porta-etichette, oppure tubetti pre-sigliati o termorestringenti.

Le siglature dovranno essere applicate su entrambe le estremità.

Dovranno essere siglati anche tutti i conduttori degli impianti ausiliari in conformità agli schemi funzionali costruttivi.

Per ogni linea di potenza facente capo a morsetti entro quadri elettrici o cassette la siglatura dovrà essere eseguita come segue:

- siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;
- siglatura della fase (RSTN), sul singolo conduttore e sul morsetto.

Conessioni terminali

Le connessioni terminali dei cavi comprenderanno la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti.

Le terminazioni dovranno essere di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui verranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Nel caso di cavi multipolari, la guaina dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti.

Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, oppure si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

2.8.2.1.2 Passerelle e canali portacavi

Generalità

Il montaggio di passerelle e canali dovrà essere eseguito seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

I collegamenti tra i vari elementi di passerella o canale dovranno essere realizzati con giunti fissati con viti; non sono accettate saldature.

Tutti gli eventuali tagli effettuati su passerelle e canali metallici non dovranno presentare sbavature e parti taglienti; dopo le lavorazioni di taglio o foratura, si dovrà provvedere a ripristinare il tipo di zincatura o verniciatura adeguata e proteggere eventualmente il taglio con guarnizioni opportune.

Nel caso di passerelle in filo d'acciaio le parti tagliate dovranno essere ripristinate con dei punti di saldatura e successivamente ripristinato il tipo di zincatura o verniciatura; inoltre i bordi dovranno essere mantenuti per tutto lo sviluppo. Non è pertanto consentita la rimozione degli stessi in alcun caso (curve, sormonti, derivazioni, calate, incroci, ecc.).

I fori e le asolature effettuate sulle passerelle e sui canali per l'uscita dei cavi verso le cassette di derivazione, dovranno essere opportunamente rifiniti con passacavi in gomma o guarnizioni in materiale isolante.

Gli eventuali spigoli vivi dovranno essere smussati o protetti in modo da evitare di danneggiare le guaine dei cavi, in particolare durante la posa.

Le staffe e le mensole dovranno essere opportunamente dimensionate con i canali supposti con il massimo contenuto consentito di cavi; a tal fine si dovranno presentare alla DL, prima della loro installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensole e la loro interdistanza. In ogni caso l'interdistanza massima consentita sarà di 2 m e comunque tale che la freccia d'inflessione non risulti superiore a 5 mm.

Il collegamento tra supporti e passerelle dovrà essere realizzato con viti e dadi; non sono accettate saldature.

Ove previsto le cassette di derivazione dovranno essere fissate preferibilmente sull'ala della passerella o canale.

Dovrà essere sempre garantita la continuità elettrica delle passerelle metalliche.

Dovranno essere adottati opportuni accorgimenti atti a garantire l'assorbimento delle eventuali dilatazioni lineari.

Se installati sotto pavimento galleggiante, passerelle e canali dovranno essere distanziati dal pavimento grezzo di almeno 20 mm.

Le passerelle e i canali dovranno essere posati in posizione tale da assicurare comunque la sfilabilità dei cavi e l'accessibilità agli stessi, e tale da evitare che la prossimità di altri componenti impiantistici possa portare ad un declassamento delle caratteristiche nominali.

Le passerelle dovranno essere dotate di coperchio nei seguenti casi:

- passerelle installate in zone di passaggio ad altezza inferiore ai 3 m
- in tutti i casi indicati sui documenti e disegni di progetto.

Dove si rendano necessarie più passerelle o canali, nella loro posa in opera si dovrà rispondere a particolari requisiti tecnici, quali la distanza tra loro (tra due canalette sovrapposte non dovrà essere inferiore a 200 mm) e l'agevole posa dei cavi.

Le passerelle e i canali dovranno essere contrassegnati, almeno ogni 5 m e in corrispondenza dei cambi di percorso, con targhette colorate in tela adesiva, ovvero con piastrine in alluminio verniciato o PVC colorato fissabili ad incastro sul fondo o sul bordo dei canali, per l'individuazione delle varie reti, secondo la codifica utilizzata per i restanti impianti elettrici.

Le targhette o le piastrine dovranno avere una superficie visibile di almeno 5000 mm² (dim. 100x50 mm).