

REGIONE MARCHE
PROVINCIA DI FERMO
COMUNE DI FERMO

IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI
RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

CIG: 9880245C18 – CUP: F62F18000070004

PROGETTO ESECUTIVO

NOME ELABORATO CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO: PARTE TECNICA		CLASSE	13.2
		CAPITOLATI-QUADRO ECONOMICO	
		N. TAVOLA	13.2.2
		FORMATO	A4
		SCALA	/
CODIFICA ELABORATO	23008-OW-C-132-CS-002-QB2-2		

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
02	31/01/2025	RISCONTRO RAPP. VER. INT. REV.2-BIS	C.SCHIFANI	C. BUTTICE'	R. MARTELLO
01	15/01/2025	RISCONTRO RAPP. VER. INT. REV.2-BIS	C.SCHIFANI	C. BUTTICE'	R. MARTELLO
00	30/09/2024	PRIMA EMISSIONE	C.SCHIFANI	C. BUTTICE'	R. MARTELLO

Committente	Progettista indicato	Mandataria
 CITTA' DI FERMO Settore IV e V Lavori Pubblici, Protezione Civile, Ambiente, Urbanistica, Patrimonio, Contratti e Appalti Via Mazzini 4 63900 – Fermo (FM) DOTT. Mauro Fortuna RUP	 Via Resuttana 360 90142 -PALERMO OWAC Engineering Company S.R.L. ING. Rocco Martello Direttore Tecnico UNI EN ISO 9001:2015 N. 30233/14/S UNI EN ISO 45001:2018 N. OHS-4849 UNI EN ISO 14001:2015 N. EMS-9477/S UNI/PdR 74 :2019 N. SGBIM-01/23 UNI/PdR 74:2019 N. 21042BIM	 Via del Cardoncello 22 70022 – Altamura (BA) EDILALTA S.R.L. DOTT. Angelantonio Disabato Socio Mandante  Via Bassa di Casalmoro 3 46041 – Asola (MN) ANAERGIA S.R.L. DOTT. Andrea Parisi Istitore



02	C.SCHIFANI	30/01/2025	C.BUTTICE'	31/01/2025	R.MARTELLO	31/01/2025
01	C.SCHIFANI	15/01/2025	C.BUTTICE'	16/01/2025	R.MARTELLO	16/01/2025
00	C.SCHIFANI	30/09/2024	C.BUTTICE'	30/09/2024	R.MARTELLO	30/09/2024
REV	ESEGUITO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA

Capitolo 1 Criteri Ambientali Minimi

Ai sensi dell'art. 57 del d.lgs. 36/2023 recante "*Clausole sociali del bando di gara e degli avvisi e criteri di sostenibilità energetica e ambientale*" si provvede ad inserire nella documentazione progettuale e di gara pertinente, le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei decreti di riferimento agli specifici CAM.

Il D.M. 23 giugno 2022 (G.U. n. 183 del 6 agosto 2022) stabilisce i Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi.

Al riguardo la Stazione Appaltante effettua una valutazione del ciclo di vita degli edifici (**life cycle assessment – LCA**) a monte delle scelte progettuali e dei materiali mirando a:

- ridurre l'impatto ambientale prodotto degli edifici, usando le risorse in modo efficiente e circolare;
- contenere le emissioni di CO2 attraverso la realizzazione di infrastrutture verdi e l'utilizzo di materiali da costruzione organici;
- incentivare il recupero, il riciclo e il riutilizzo dei materiali anche in altri settori.

AMBITO DI APPLICAZIONE DEI CAM ED ESCLUSIONI

Le disposizioni del D.M. 23 giugno 2022 **si applicano a tutti gli interventi edilizi di lavori disciplinati dal Codice dei Contratti pubblici, ai sensi dell'art. 3 comma 1 lettera nn), oo quater) e oo quinquies)** e precisamente:

- **attività di costruzione, demolizione, recupero, ristrutturazione urbanistica ed edilizia, sostituzione, restauro, manutenzione di opere;**
- **manutenzione ordinaria;**
- **manutenzione straordinaria.**

I criteri contenuti in questo documento, in base a quanto previsto dell'art. 57 del d.lgs. 36/2023:

- costituiscono criteri progettuali obbligatori che il progettista affidatario o gli uffici tecnici della stazione appaltante (nel caso in cui il progetto sia redatto da progettisti interni) utilizzano per la redazione del progetto di fattibilità tecnico-economica e dei successivi livelli di progettazione;
- costituiscono criteri progettuali obbligatori che l'operatore economico utilizza per la redazione del progetto definitivo o esecutivo nei casi consentiti dal Codice dei Contratti o di affidamento congiunto di progettazione ed esecuzione lavori, sulla base del progetto posto a base di gara.

Tra le prestazioni tecniche di cui agli artt. 14 a 43 del D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207, è prevista la redazione di una "**Relazione tecnica e relativi elaborati di applicazione CAM**", di seguito, "**Relazione CAM**", in cui il progettista indica, per ogni criterio, le scelte progettuali inerenti le modalità di applicazione, integrazione di materiali, componenti e tecnologie adottati, l'elenco degli elaborati grafici, schemi, tabelle di calcolo, elenchi ecc. nei quali sia evidenziato lo stato *ante operam*, degli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato *post operam* e che evidenzia il rispetto dei criteri contenuti in questo documento.

Nella relazione CAM il progettista dà evidenza anche delle modalità di contestualizzazione dalle specifiche tecniche alla tipologia di opere oggetto dell'affidamento. Laddove, necessario, il progettista, dà evidenza dei motivi di carattere tecnico che hanno portato **all'eventuale applicazione parziale o mancata applicazione delle specifiche tecniche**, tenendo conto di quanto previsto dell'art. 57 del d.lgs. 36/2023, che prevede l'applicazione obbligatoria delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali.

Resta inteso che le stazioni appaltanti hanno l'obiettivo di applicare sempre e nella misura maggiore possibile i CAM in ottemperanza all'art.34 del decreto legislativo 18 aprile 2016 n. 50.

Verifica dei criteri ambientali e mezzi di prova

Ogni criterio ambientale, è oggetto di apposita "verifica", che viene riportata nella Relazione CAM, che descrive le informazioni, i metodi e la documentazione necessaria per accertarne la conformità.

Ai sensi dell'art. 34 del d.lgs. 50/2016 e ss.mm.ii. recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale", e con riferimento al D.M. del 23 giugno 2022 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi", si indicano di seguito i criteri e le relative prescrizioni che l'Appaltatore si obbliga a rispettare. In generale, nel caso in cui si prescrive l'uso di materiali provenienti da processi di recupero, riciclo, o costituiti da sottoprodotti, si fa riferimento alle definizioni previste dal decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii., il valore percentuale del contenuto di materia riciclata, ovvero recuperata ovvero di sottoprodotti, è dimostrato tramite la documentazione prevista nel par. 2.5 del D.M. del 23 giugno 2022.

I mezzi di prova della conformità saranno presentati dall'Appaltatore al Direttore dei Lavori per le necessarie verifiche prima dell'accettazione dei materiali in cantiere.

L'Appaltatore avrà facoltà di proporre la sostituzione di uno o più prodotti da costruzione previsti con prodotti aventi le stesse prestazioni tecniche ma con prestazioni ambientali migliorative (ad es. maggiore contenuto di riciclato, minore contenuto di sostanze chimiche pericolose ecc.). In tal caso l'Appaltatore specificherà i dettagli nel progetto esecutivo e allegnerà le schede tecniche dei materiali e dei prodotti da costruzione, con le relative certificazioni, che dimostrino il miglioramento delle prestazioni ambientali ed energetiche degli stessi.

Al fine di facilitare la lettura e la relativa applicazione dei Criteri Ambientali Minimi ex DM /2022, saranno trattati di seguito riportando anche il riferimento alla numerazione applicata del su citato Decreto.

Il progetto integra le specifiche tecniche di cui ai capitoli "*2.3-Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico*", "*2.4-Specifiche tecniche progettuali per gli edifici*", "*2.5-Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione*" e "*2.6-Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere*".

Titolo 1.1 Specifiche Tecniche Progettuali di livello territoriale ed urbanistico (2.4)

La verifica dei criteri contenuti in questo capitolo avviene tramite Relazione CAM, nella quale sia evidenziato lo stato ante operam, gli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato post operam. Tale relazione è integrata come eventualmente meglio specificato per la verifica dei singoli criteri.

Articolo 1.1.1 Inserimento naturalistico e paesaggistico (2.3.1)

Il progetto di interventi di nuova costruzione garantisce la conservazione degli habitat presenti nell'area di intervento quali ad esempio torrenti e fossi, anche se non contenuti negli elenchi provinciali, e la relativa vegetazione ripariale, boschi, arbusteti, cespuglieti e prati in evoluzione, siepi, filari arborei, muri a secco, vegetazione ruderale, impianti arborei artificiali legati all'agroecosistema (noci, pini, tigli, gelso, ecc.), seminativi arborati. Tali habitat devono essere il più possibile interconnessi fisicamente ad habitat esterni all'area di intervento, esistenti o previsti da piani e programmi (reti ecologiche regionali, interregionali, provinciali e locali) e interconnessi anche fra di loro all'interno dell'area di progetto. Il progetto, inoltre, garantisce il mantenimento dei profili morfologici esistenti, salvo quanto previsto nei piani di difesa del suolo.

Applicabile. Si rimanda alla "Relazione CAM" per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

Articolo 1.1.2 Permeabilità della superficie territoriale (2.3.2)

Il progetto di interventi di nuova costruzione prevede una superficie territoriale permeabile non inferiore al 60% (ad esempio le superfici a verde e le superfici esterne pavimentate ad uso pedonale o ciclabile come percorsi pedonali, marciapiedi, piazze, cortili, piste ciclabili.).

Applicabile parzialmente. Si rimanda alla "Relazione CAM" per le specifiche tecniche e richiami agli

elaborati di progetto.

Articolo 1.1.3 Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico (2.3.3)

Fatte salve le indicazioni previste da eventuali regolamenti del verde pubblico e privato in vigore nell'area oggetto di intervento, il progetto di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica garantisce e prevede:

- una superficie da destinare a verde pari ad almeno il 60% della superficie permeabile individuata al criterio "2.3.2-Permeabilità della superficie territoriale";
- che le aree di verde pubblico siano progettate in conformità al decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde";
- una valutazione dello stato quali-quantitativo del verde eventualmente già presente e delle strutture orizzontali, verticali e temporali delle nuove masse vegetali ;
- una valutazione dell'efficienza bioclimatica della vegetazione, espressa come valore percentuale della radiazione trasmessa nei diversi assetti stagionali, in particolare per le latifoglie decidue. Nella scelta delle essenze, si devono privilegiare, in relazione alla esigenza di mitigazione della radiazione solare, quelle specie con bassa percentuale di trasmissione estiva e alta percentuale invernale. Considerato inoltre che la vegetazione arborea può svolgere un'importante azione di compensazione delle emissioni dell'insediamento urbano, si devono privilegiare quelle specie che si siano dimostrate più efficaci in termini di assorbimento degli inquinanti atmosferici gassosi e delle polveri sottili e altresì siano valutate idonee per il verde pubblico/privato nell'area specifica di intervento, privilegiando specie a buon adattamento fisiologico alle peculiarità locali (si cita ad esempio il Piano Regionale Per La Qualità Dell'aria Ambiente della Regione Toscana e dell'applicativo web <https://servizi.toscana.it/RT/statistichedinarie/piante/>);
- che le superfici pavimentate, le pavimentazioni di strade carrabili e di aree destinate a parcheggio o allo stazionamento dei veicoli abbiano un indice SRI (Solar Reflectance Index, indice di riflessione solare) di almeno 29;
- che le superfici esterne destinate a parcheggio o allo stazionamento dei veicoli siano ombreggiate prevedendo che:
 - almeno il 10% dell'area lorda del parcheggio sia costituita da copertura verde;
 - il perimetro dell'area sia delimitato da una cintura di verde di altezza non inferiore a 1 metro;
 - siano presenti spazi per moto, ciclomotori e rastrelliere per biciclette, rapportati al numero di fruitori potenziali.
- che per le coperture degli edifici (ad esclusione delle superfici utilizzate per installare attrezzature, volumi tecnici, pannelli fotovoltaici, collettori solari e altri dispositivi), siano previste sistemazioni a verde, oppure tetti ventilati o materiali di copertura che garantiscano un indice SRI di almeno 29 nei casi di pendenza maggiore del 15%, e di almeno 76 per le coperture con pendenza minore o uguale al 15%.

Applicabile parzialmente. Si rimanda alla "Relazione CAM" per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

1.1.1 Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo (2.3.4)

Il progetto di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica garantisce e prevede:

a. la conservazione ovvero il ripristino della naturalità degli ecosistemi fluviali per tutta la fascia ripariale esistente anche se non iscritti negli elenchi delle acque pubbliche provinciali nonché il mantenimento di condizioni di naturalità degli alvei e della loro fascia ripariale escludendo qualsiasi immissione di reflui non depurati;

b. la manutenzione (ordinaria e straordinaria) consistente in interventi di rimozione di rifiuti e di materiale legnoso depositatosi nell'alveo e lungo i fossi. I lavori di ripulitura e manutenzione devono essere attuati senza arrecare danno alla vegetazione ed alla eventuale fauna. I rifiuti rimossi dovranno essere separati, inviati a trattamento a norma di legge. Qualora il materiale legnoso non possa essere reimpiegato in loco, esso verrà avviato a recupero, preferibilmente di materia, a norma di legge;

c. la realizzazione di impianti di depurazione delle acque di prima pioggia (per acque di prima pioggia

si intendono i primi 5 mm di ogni evento di pioggia indipendente, uniformemente distribuiti sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche) provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento;

d. la realizzazione di interventi atti a garantire un corretto deflusso delle acque superficiali dalle superfici impermeabilizzate anche ai fini della minimizzazione degli effetti di eventi meteorologici eccezionali e, nel caso in cui le acque dilavate siano potenzialmente inquinate, devono essere adottati sistemi di depurazione, anche di tipo naturale;

e. la realizzazione di interventi in grado di prevenire o impedire fenomeni di erosione, compattazione e smottamento del suolo o di garantire un corretto deflusso delle acque superficiali, prevede l'uso di tecniche di ingegneria naturalistica eventualmente indicate da appositi manuali di livello regionale o nazionale, salvo che non siano prescritti interventi diversi per motivi di sicurezza idraulica o idrogeologica dai piani di settore. Le acque raccolte in questo sistema di canalizzazioni devono essere convogliate al più vicino corso d'acqua o impluvio naturale.

f. per quanto riguarda le acque sotterranee, il progetto prescrive azioni in grado di prevenire sversamenti di inquinanti sul suolo e nel sottosuolo. La tutela è realizzata attraverso azioni di controllo degli sversamenti sul suolo e attraverso la captazione a livello di rete di smaltimento delle eventuali acque inquinate e attraverso la loro depurazione. La progettazione prescrive azioni atte a garantire la prevenzione di sversamenti anche accidentali di inquinanti sul suolo e nelle acque sotterranee.

Applicabile. Si rimanda alla "Relazione CAM" per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

Paragrafo 1.1.1 Infrastruttura primaria (2.3.5)

Il progetto di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica, in base alle dimensioni del progetto, alla tipologia di funzioni insediate e al numero previsto di abitanti o utenti, prevede quanto indicato di seguito per i diversi ambiti di intervento:

Articolo 1.1.1.1 Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche (2.3.5.1)

Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche È prevista la realizzazione di una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche. La raccolta delle acque meteoriche può essere effettuata tramite sistemi di drenaggio lineare (prodotti secondo la norma UNI EN 1433) o sistemi di drenaggio puntuale (prodotti secondo la norma UNI EN 124). Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento (marciapiedi, aree e strade pedonali o ciclabili, giardini, ecc.) devono essere convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo ovvero per alimentare le cassette di accumulo dei servizi igienici. Le acque provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento (strade carrabili, parcheggi) devono essere preventivamente convogliate in sistemi di depurazione e disoleazione, anche di tipo naturale, prima di essere immesse nella rete delle acque meteoriche. Il progetto è redatto sulla base della norma UNI/TS 11445 "Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione" e della norma UNI EN 805 "Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" o norme equivalenti.

Non Applicabile. Si rimanda alla "Relazione CAM" per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

Articolo 1.1.1.2 Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico (2.3.5.2)

Per l'irrigazione del verde pubblico si applica quanto previsto nei CAM emanati con decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde".

Non Applicabile. (non sono previste opere di sistemazione a verde pubblico)

Articolo 1.1.1.3 Aree attrezzate per la raccolta differenziata dei rifiuti (2.3.5.3)

Sono previste apposite aree destinate alla raccolta differenziata locale dei rifiuti provenienti da residenze, uffici, scuole, ecc., coerentemente con i regolamenti comunali di gestione dei rifiuti.

Il progetto attiene ad un sistema impiantistico complesso di trattamento della frazione organica dei rifiuti solidi urbani, pertanto il criterio è **intrinsecamente applicato** al progetto.

Articolo 1.1.1.4 Impianto di illuminazione pubblica (2.3.5.4)

I criteri di progettazione degli impianti devono rispondere a quelli contenuti nel documento di CAM "Acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica", approvati con decreto ministeriale 27 settembre 2017, e pubblicati sulla gazzetta ufficiale n. 244 del 18 ottobre 2017.

Non applicabile (non sono previste opere di illuminazione pubblica)

Articolo 1.1.1.5 Sottoservizi per infrastrutture tecnologiche (2.3.5.5)

Sono previste apposite canalizzazioni interrate in cui concentrare tutte le reti tecnologiche previste, per una migliore gestione dello spazio nel sottosuolo. Il dimensionamento tiene conto di futuri ampliamenti delle reti.

Applicabile. Si rimanda alla "Relazione CAM" per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

Articolo 1.1.4 Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile (2.3.6)

Il progetto di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica, in base alle dimensioni del progetto, alla tipologia di funzioni insediate e al numero previsto di abitanti o utenti favorisce un mix tra residenze, luoghi di lavoro e servizi tale da ridurre gli spostamenti. Favorisce inoltre:

1. la localizzazione dell'intervento a meno di 500 metri dai servizi pubblici;
2. localizzazione dell'intervento a meno di 800 metri dalle stazioni metropolitane o 2000 metri dalle stazioni ferroviarie;
3. nel caso in cui non siano disponibili stazioni a meno di 800 metri, occorre prevedere servizi navetta, rastrelliere per biciclette in corrispondenza dei nodi di interscambio con il servizio di trasporto pubblico e dei maggiori luoghi di interesse;
4. la localizzazione dell'intervento a meno di 500 metri dalle fermate del trasporto pubblico di superficie.

Non applicabile (trattasi di insediamento di tipo produttivo ed impiantistico)

Articolo 1.1.5 Approvvigionamento energetico (2.3.7)

In caso di aree di nuova edificazione o di ristrutturazione urbanistica, il fabbisogno energetico complessivo degli edifici è soddisfatto, per quanto possibile, da impianti alimentati da fonti rinnovabili che producono energia in loco o nelle vicinanze.

Parzialmente applicabile. Si rimanda alla Relazione CAM per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

1.1.2 Rapporto sullo stato dell'ambiente (2.3.8)

In caso di aree di nuova edificazione o di ristrutturazione urbanistica è allegato un Rapporto sullo stato dell'ambiente che descrive lo stato ante operam delle diverse componenti ambientali del sito di intervento (suolo, flora, fauna ecc.), completo dei dati di rilievo, anche fotografico, delle modificazioni indotte dal progetto e del programma di interventi di miglioramento e compensazione ambientale da

realizzare nel sito di intervento. Il Rapporto sullo stato dell'ambiente è redatto da un professionista abilitato e iscritto in albi o registri professionali, esperti nelle componenti ambientali qui richiamate, in conformità con quanto previsto dalle leggi e dai regolamenti in vigore.

Nel caso di progetti sottoposti alle procedure di valutazione d'impatto ambientale di cui al decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, questo criterio non si applica.

Il progetto è stato **autorizzato** con Determina n.61 del 31.01.2022 con il Provvedimento Autorizzativo Unico Regionale, ai sensi dell'articolo 27-bis, comma 7, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 comprende, oltre al provvedimento di Valutazione di Impatto Ambientale.

Articolo 1.1.6 Risparmio idrico (2.3.9)

In funzione della particolarità dell'intervento in esame, il progetto esecutivo dovrà garantire e prevedere: l'impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell'acqua. In particolare, tramite l'utilizzo di rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso d'acqua per lavabi dei bagni e delle docce e a basso consumo d'acqua (6 l/min per lavandini, lavabi, bidet, 8 l/min per docce misurati secondo le norme UNI EN 816, UNI EN 15091) e l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri. In fase di esecuzione lavori, per i sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata è richiesta una dichiarazione del produttore attestante che le caratteristiche tecniche del prodotto (portata) siano conformi, e che tali caratteristiche siano determinate sulla base delle norme di riferimento. In alternativa è richiesto il possesso di una etichettatura di prodotto, con l'indicazione del parametro portata, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità (ad esempio l'etichettatura Unified Water Label -<http://www.europeanwaterlabel.eu/>).

Applicabile: I vasi igienici dovranno essere dotati di cassette a doppio scarico di flusso con portata massima di 6 l e minima di 3 l. Si rimanda alla "Relazione CAM" per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

Titolo 1.2 Specifiche tecniche progettuali per gli edifici (2.4)

La verifica dei criteri contenuti in questo capitolo avviene tramite la Relazione CAM, che illustri in che modo il progetto ha tenuto conto del criterio. Tale relazione è integrata come eventualmente meglio specificato per la verifica dei singoli criteri.

Articolo 1.2.1 Diagnosi Energetica (2.4.1)

Il progetto di fattibilità tecnico economica per la ristrutturazione importante di primo e di secondo livello di edifici con superficie utile uguale o superiore a 1000 metri quadrati ed inferiore a 5000 metri quadrati, è predisposto sulla base di una diagnosi energetica "standard", basata sul metodo quasi stazionario e conforme alle norme UNI CEI EN 16247-1 e UNI CEI EN 16247-2 ed eseguita secondo quanto previsto dalle Linee Guida della norma UNI/TR 11775. Il progetto di fattibilità tecnico economica per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante di primo e secondo livello di edifici con superficie utile uguale o superiore a 5000 metri quadrati, è predisposto sulla base di una diagnosi energetica "dinamica", conforme alle norme UNI CEI EN 16247-1 e UNI CEI EN 16247-2 ed eseguita secondo quanto previsto dalle Linee Guida della norma UNI/TR 11775, nella quale il calcolo del fabbisogno energetico per il riscaldamento e il raffrescamento è effettuato attraverso il metodo dinamico orario indicato nella norma UNI EN ISO 52016-1; tali progetti sono inoltre supportati da una valutazione dei costi benefici compiuta sulla base dei costi del ciclo di vita secondo la UNI EN 15459. Al fine di offrire una visione più ampia e in accordo con il decreto legislativo 19 agosto 2005 n. 192, in particolare all'art. 4 comma 3-quinquies), la diagnosi energetica quantifica anche i benefici non energetici degli interventi di riqualificazione energetica proposti, quali, ad esempio, i miglioramenti per il comfort degli occupanti degli edifici, la sicurezza, la riduzione della manutenzione, l'apprezzamento economico del valore dell'immobile, la salute degli occupanti, etc.

Non applicabile (trattasi di demolizione e ricostruzione)

Articolo 1.2.2 Prestazione energetica (2.4.2)

Fermo restando quanto previsto all'allegato 1 del decreto interministeriale 26 giugno 2015 «Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici» e le definizioni ivi contenute e fatte salve le norme o regolamenti locali (ad esempio i regolamenti regionali, ed i regolamenti urbanistici e edilizi comunali), qualora più restrittivi, i progetti degli interventi di nuova costruzione, di demolizione e ricostruzione e di ristrutturazione importante di primo livello, garantiscono adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni tramite una delle seguenti opzioni:

- verifica che la massa superficiale di cui al comma 29 dell'Allegato A del decreto legislativo 19 agosto 2005 n. 192, riferita ad ogni singola struttura opaca verticale dell'involucro esterno sia di almeno 250 kg/m²;
- verifica che la trasmittanza termica periodica Y_{ie} riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno, calcolata secondo la UNI EN ISO 13786, risulti inferiore al valore di 0,09 W/m²K per le pareti opache verticali (ad eccezione di quelle nel quadrante Nordovest/Nord/Nord-Est) ed inferiore al valore di 0,16 W/m²K per le pareti opache orizzontali e inclinate.
- verifica che il numero di ore di occupazione del locale, in cui la differenza in valore assoluto tra la temperatura operante (in assenza di impianto di raffrescamento) e la temperatura di riferimento è inferiore a 4°C, risulti superiore all'85% delle ore di occupazione del locale tra il 20 giugno e il 21 settembre.

Applicabile limitatamente alle opere di demolizione e ricostruzione del fabbricato uffici. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Articolo 1.2.3 Impianti di illuminazione per interni (2.4.3)

Fermo restando quanto previsto dal decreto interministeriale 26 giugno 2015 «Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici», i progetti di interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e degli interventi di ristrutturazione prevedono impianti d'illuminazione, conformi alla norma UNI EN 12464-1, con le seguenti caratteristiche:

- sono dotati di sistemi di gestione degli apparecchi di illuminazione in grado di effettuare accensione, spegnimento e dimmerizzazione in modo automatico su base oraria e sulla base degli eventuali apporti luminosi naturali. La regolazione di tali sistemi si basa su principi di rilevazione dello stato di occupazione delle aree, livello di illuminamento medio esistente e fascia oraria. Tali requisiti sono garantiti per edifici ad uso non residenziale e per edifici ad uso residenziale limitatamente alle aree comuni;
- Le lampade a LED per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici hanno una durata minima di 50.000 (cinquantamila) ore.

Applicabile limitatamente alle opere di demolizione e ricostruzione del fabbricato uffici. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Articolo 1.2.4 Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento (2.4.4)

Si evidenzia che, in fase di esecuzione dei lavori, sarà verificato che l'impresa che effettua le operazioni di installazione e manutenzione degli impianti di condizionamento, sia in possesso della certificazione F-gas, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 16 novembre 2018 n. 146 «Regolamento di esecuzione del regolamento (UE) n. 517/2014 sui gas fluorurati a effetto serra e che abroga il regolamento (CE) n. 842/2006».

Il progetto individua anche i locali tecnici destinati ad alloggiare esclusivamente apparecchiature e macchine, indicando gli spazi minimi obbligatori, così come richiesto dai costruttori nei manuali di uso e manutenzione, i punti di accesso ai fini manutentivi lungo tutti i percorsi dei circuiti degli impianti tecnologici, qualunque sia il fluido veicolato all'interno degli stessi. Per tutti gli impianti aeraulici viene prevista una ispezione tecnica iniziale, da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780.

Applicabile limitatamente alle opere di demolizione e ricostruzione del fabbricato uffici. Per tutti gli impianti aeraulici dovrà essere effettuata, a completamento dei lavori, un'ispezione tecnica iniziale in coincidenza al primo avviamento dell'impianto, secondo quanto previsto nella norma UNI EN 15780.

Articolo 1.2.5 Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria (2.4.5)

Gli impianti di ventilazione meccanica garantiscono la qualità dell'aria interna dei locali abitabili.

Per tutte le nuove costruzioni, demolizione e ricostruzione, ampliamento e sopra elevazione e le ristrutturazioni importanti di primo livello, sono garantite le portate d'aria esterna previste dalla UNI 10339 oppure è garantita almeno la Classe II della UNI EN 16798-1, very low polluting building per gli edifici di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione, ampliamento e sopra elevazione e low polluting building per le ristrutturazioni importanti di primo livello, in entrambi i casi devono essere rispettati i requisiti di benessere termico e di contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione.

Applicabile limitatamente alle opere di demolizione e ricostruzione del fabbricato uffici. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Articolo 1.2.6 Benessere termico (2.4.6)

La norma prevede che deve essere garantito il benessere termico e di qualità dell'aria interna prevedendo condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730 in termini di PMV (Valore Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti) oltre che di verifica di assenza di discomfort locale.

Applicabile limitatamente alle opere di demolizione e ricostruzione del fabbricato uffici. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Articolo 1.2.7 Illuminazione naturale (2.4.7)

Nei progetti di ristrutturazione urbanistica, nuova costruzione e demolizione e ricostruzione, al fine di garantire una dotazione e una distribuzione minima dell'illuminazione naturale all'interno dei locali regolarmente occupati⁶, per qualsiasi destinazione d'uso (escluse quelle per le quali sono vigenti norme specifiche di settore come sale operatorie, sale radiologiche, ecc. ed escluse le scuole materne, gli asili nido e le scuole primarie e secondarie, per le quali sono prescritti livelli di illuminazione naturale superiore) è garantito un illuminamento da luce naturale di almeno 300 lux, verificato almeno nel 50% dei punti di misura all'interno del locale, e di 100 lux, verificato almeno nel 95% dei punti di misura (livello minimo). Tali valori devono essere garantiti per almeno la metà delle ore di luce diurna. Per le scuole primarie e secondarie è garantito un livello di illuminamento da luce naturale di almeno 500 lux, verificato nel 50% dei punti di misura e 300 lux verificato nel 95% dei punti di misura, per almeno la metà delle ore di luce diurna (livello medio). Per le scuole materne e gli asili nido è garantito un livello di

illuminamento da luce naturale di almeno 750 lux, verificato nel 50% dei punti di misura e 500 lux verificato nel 95% dei punti di misura, per almeno la metà delle ore di luce diurna (livello ottimale). Per altre destinazioni d'uso, la stazione appaltante può comunque prevedere un livello di illuminazione naturale superiore al livello minimo, richiedendo al progettista soluzioni architettoniche che garantiscano un livello medio o ottimale, così come definito per l'edilizia scolastica. Per il calcolo e la verifica dei parametri indicati si applica la norma UNI EN 17037. In particolare, il fattore medio di luce diurna viene calcolato tramite la UNI 10840 per gli edifici scolastici e tramite la UNI EN 15193-1 per tutti gli altri edifici. Per quanto riguarda le destinazioni residenziali, qualora l'orientamento del lotto o le preesistenze lo consentano, le superfici illuminanti della zona giorno (soggiorni, sale da pranzo, cucine abitabili e simili) dovranno essere orientate da EST a OVEST, passando per SUD. Nei progetti di ristrutturazione edilizia nonché di restauro e risanamento conservativo, al fine di garantire una illuminazione naturale minima all'interno dei locali regolarmente occupati, se non sono possibili soluzioni architettoniche (apertura di nuove luci, pozzi di luce, lucernari, infissi con profili sottili ecc.) in grado di garantire una distribuzione dei livelli di illuminamento come indicato al primo capoverso, sia per motivi oggettivi (assenza di pareti o coperture direttamente a contatto con l'esterno) che per effetto di norme di tutela dei beni architettonici (decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 «Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137») o per specifiche indicazioni da parte delle Soprintendenze, è garantito un fattore medio di luce diurna maggiore del 2% per qualsiasi destinazione d'uso, escluse quelle per le quali sono vigenti norme specifiche di settore (come sale operatorie, sale radiologiche, ecc.) ed escluse le scuole materne, gli asili nido e le scuole primarie e secondarie per le quali il fattore medio di luce diurna da garantire, è maggiore del 3%.

Applicabile limitatamente alle opere di demolizione e ricostruzione del fabbricato uffici. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Articolo 1.2.8 Dispositivo di ombreggiamento (2.4.8)

Il presente criterio richiede che nei progetti di ristrutturazione urbanistica, nuova costruzione e demolizione e ricostruzione, è garantito il controllo dell'immissione di radiazione solare diretta nell'ambiente interno prevedendo che le parti trasparenti esterne degli edifici, sia verticali che inclinate, siano dotate di sistemi di schermatura ovvero di ombreggiamento fissi o mobili verso l'esterno e con esposizione da EST a OVEST, passando da Sud. Il soddisfacimento di tale requisito può essere raggiunto anche attraverso le specifiche caratteristiche della sola componente vetrata (ad esempio con vetri selettivi o a controllo solare).

Applicabile limitatamente alle opere di demolizione e ricostruzione del fabbricato uffici. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Articolo 1.2.9 Tenuta dell'aria (2.4.9)

In tutte le unità immobiliari riscaldate è garantito un livello di tenuta all'aria dell'involucro che garantisca:

- a.** Il mantenimento dell'efficienza energetica dei pacchetti coibenti preservandoli da fughe di calore;
- b.** L'assenza di rischio di formazione di condensa interstiziale nei pacchetti coibenti, nodi di giunzione tra sistema serramento e struttura, tra sistema impiantistico e struttura e nelle connessioni delle strutture stesse.
- c.** Il mantenimento della salute e durabilità delle strutture evitando la formazione di condensa interstiziale con conseguente ristagno di umidità nelle connessioni delle strutture stesse
- d.** Il corretto funzionamento della ventilazione meccanica controllata, ove prevista, mantenendo inalterato il volume interno per una corretta azione di mandata e di ripresa dell'aria.

Applicabile limitatamente alle opere di demolizione e ricostruzione del fabbricato uffici. La

Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Articolo 1.2.10 Inquinamento elettromagnetico negli ambienti interni (2.4.10)

Per limitare l'esposizione degli ambienti interni ai campi magnetici a bassa frequenza (ELF) indotti da quadri elettrici, montanti, dorsali di conduttori, saranno adottati i seguenti accorgimenti:

- posizionamento di quadro generale, contatori e colonne montanti all'esterno e non in adiacenza ai locali;
- posa degli impianti elettrici secondo uno schema a "stella", ad "albero", a "lisca di pesce", mantenendo i conduttori di un circuito il più possibile vicino l'uno all'altro;
- posa dei conduttori di ritorno degli impianti elettrici affiancati alle fasi di andata e alla minima distanza possibile;
- posizionamento degli access-point dei sistemi wi-fi ad altezze maggiori delle persone e distanti da aree ad elevata frequentazione o permanenza.

Applicabile limitatamente alle opere di demolizione e ricostruzione del fabbricato uffici. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Articolo 1.2.11 Prestazioni e comfort acustici (2.4.11)

Fatti salvi i requisiti di legge di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 «Determinazione dei requisiti acustici degli edifici» (nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due), i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367 corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma.

Applicabile limitatamente alle opere di demolizione e ricostruzione del fabbricato uffici. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Articolo 1.2.12 Radon (2.4.12)

Devono essere adottate strategie progettuali e tecniche idonee a prevenire e a ridurre la concentrazione di gas radon all'interno degli edifici. Il livello massimo di riferimento, espresso in termini di valore medio annuo della concentrazione di radon è di 200 Bq/m³. È previsto un sistema di misurazione con le modalità di cui all'allegato II sezione I del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, effettuato da servizi di dosimetria riconosciuti ai sensi dell'articolo 155 del medesimo decreto, secondo le modalità indicate nell'allegato II, che rilasciano una relazione tecnica con i contenuti previsti dall'allegato II del medesimo decreto. Le strategie, compresi i metodi e gli strumenti, rispettano quanto stabilito dal Piano nazionale d'azione per il radon, di cui all'articolo 10 comma 1 del decreto dianzi citato.

Applicabile. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale. l'ente gestore in accordo con l'atto autorizzativo ed il piano di monitoraggio e controllo dovrà prevedere idonee campagne di misurazione del Radon con modalità di cui all'allegato II sezione I del decreto legislativo 31 luglio 2020 n.101 effettuato da servizi di dosimetria riconosciuti ai sensi dell'articolo 155 del medesimo decreto.

Articolo 1.2.13 Piano di manutenzione dell'opera (2.4.13)

Il piano di manutenzione comprende la verifica dei livelli prestazionali (qualitativi e quantitativi) in riferimento alle prestazioni ambientali di cui ai criteri contenuti in questo documento, come per esempio

la verifica della prestazione tecnica relativa all'isolamento o all'impermeabilizzazione, ecc. Tale piano comprende anche un programma di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna all'edificio, che specifichi i parametri da misurare in base al contesto ambientale in cui si trova l'edificio.

La norma prevede altresì l'archiviazione della documentazione tecnica riguardante l'edificio, nella sua rappresentazione BIM, ovvero in grado di garantire adeguata interoperabilità in linea con i formati digitali IFC (Industry Foundation Classes) necessari allo scambio dei dati e delle informazioni relative alla rappresentazione digitale del fabbricato.

L'intera documentazione redatta dal progettista in fase esecutiva relativa al piano di manutenzione generale dell'opera, prevista dalla norma D.M. 23 GIUGNO 2022, dovrà essere archiviata e resa disponibile al gestore dell'impianto in modo da ottimizzare la gestione degli interventi di manutenzione.

Applicabile. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Articolo 1.2.14 Disassemblaggio a fine vita (2.4.14)

Il progetto relativo a edifici di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e ristrutturazione edilizia, prevede che almeno il **70% peso/peso** dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti, sia sottoponibile, a fine vita, a disassemblaggio o demolizione selettiva (decostruzione) per essere poi sottoposto a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero.

Applicabile. La Relazione CAM, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Titolo 1.3 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione (2.5)

I criteri contenuti in questo capitolo sono obbligatori in base a quanto previsto dall'art. 34 del decreto legislativo 18 aprile 2016, n.50.

Per i prodotti da costruzione dotati di norma armonizzata, devono essere rese le dichiarazioni di prestazione (DoP) in accordo con il regolamento prodotti da costruzione 305/2011 ed il decreto legislativo 106/2017.

Il valore percentuale del contenuto di materia riciclata ovvero recuperata ovvero di sottoprodotti, indicato nei seguenti criteri, è dimostrato tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025, con indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti, specificandone la metodologia di calcolo;
- certificazione "ReMade in Italy®" con indicazione in etichetta della percentuale di materiale riciclato ovvero di sottoprodotto;
- marchio "Plastica seconda vita" con indicazione della percentuale di materiale riciclato sul certificato.
- prodotti in PVC - certificazione di prodotto basata sui criteri 4.1 "Use of recycled PVC" e 4.2 "Use of PVC by-product", del marchio VinylPlus Product Label, con attestato della specifica fornitura;
- certificazione di prodotto, basata sulla tracciabilità dei materiali e sul bilancio di massa, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità, con l'indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti.
- certificazione di prodotto, rilasciata da un Organismo di valutazione della conformità, in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti", qualora il materiale rientrasse nel campo di applicazione di tale prassi.

Per quanto riguarda i materiali plastici, questi possono anche derivare da biomassa, conforme alla norma tecnica UNI-EN 16640. Le plastiche a base biologica consentite sono quelle la cui materia prima sia derivante da una attività di recupero o sia un sottoprodotto generato da altri processi produttivi.

I mezzi di prova della conformità qui indicati sono presentati dall'appaltatore al direttore dei lavori per le necessarie verifiche prima dell'accettazione dei materiali in cantiere.

Articolo 1.3.1 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor) (2.5.1)

Le categorie di materiali elencate di seguito rispettano le prescrizioni sui limiti di emissione esposti nella successiva tabella:

- pitture e vernici per interni;
- pavimentazioni (sono escluse le piastrelle di ceramiche e i laterizi, qualora non abbiano subito una lavorazione post cottura con applicazioni di vernici, resine o altre sostanze di natura organica), incluso le resine liquide;
- adesivi sigillanti;
- rivestimenti interni (escluse le piastrelle di ceramiche e i laterizi);
- pannelli di finitura interni (comprensivi di eventuali isolanti a vista);
- controsoffitti;
- schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento.

Limite di emissione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a 28 giorni	
Benzene	1 (per ogni sostanza)
Tricloroetilene	1 (per ogni sostanza)
COV totali	1500
Formaldeide	<60
Acetaldeide	<300
Toluene	<450
Tetracloroetilene	<350
Xilene	<300
1,2,4-Trimetilbenzilene	<1500
1,4-diclorobenzene	<90
Etilbenzene	<1000
2-Butossietanolo	<1500
Stirene	<350

In fase esecutiva e realizzativa, La verifica delle emissioni dovrà avvenire in conformità alla norma UNI EN 16516 o UNI EN ISO 16000-9 ovvero tramite la presentazione di rapporti di prova da laboratori accreditati ed accompagnati da un documento con esplicito riferimento alla conformità secondo quanto prescritto al criterio p.to 2.5.1 del DM 23 giugno 2022.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Articolo 1.3.2 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati (2.5.2)

I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati avranno un contenuto di materia recuperata, riciclata, sottoprodotti pari ad almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni (riciclata, recuperata e sottoprodotti):

$$\% = \frac{\text{peso secco delle materie riciclate, recuperate, sottoprodotti}}{\text{peso del cls al netto dell'acqua}}$$

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Articolo 1.3.3 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso (2.5.3)

I prodotti prefabbricati in calcestruzzo sono prodotti con un contenuto di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. I blocchi per muratura in calcestruzzo aerato autoclavato sono prodotti con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 7,5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Articolo 1.3.4 Acciaio (2.5.4)

Per gli usi strutturali è utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%;
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Per gli usi non strutturali è utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materie riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%;
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Con il termine "acciaio da forno elettrico legato" si intendono gli "acciai inossidabili" e gli "altri acciai legati" ai sensi della norma tecnica UNI EN 10020, e gli "acciai alto legati da EAF" ai sensi del Regolamento delegato (UE) 2019/331 della Commissione.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Articolo 1.3.5 Laterizi (2.5.5)

I laterizi usati per muratura e solai hanno un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti (sul secco) di almeno il 15% sul peso del prodotto. Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 10% sul peso del prodotto. I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista hanno un contenuto di materie riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti (sul secco) di almeno il 7,5% sul peso del prodotto. Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 5% sul peso del prodotto. Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Articolo 1.3.6 Prodotti legnosi (2.5.6)

I prodotti legnosi impiegati in elementi strutturali saranno costituiti da materie prime vergini e corredati di Certificazione FSC o PEFC (supportate, in fase di consegna, da un documento di vendita o di trasporto riportante la dichiarazione di certificazione).

Se i prodotti legnosi sono, invece, impiegati come isolanti, questi saranno costituiti prevalentemente da materie prime seconde (legno riciclato) e corredati di una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità, che attesti almeno il 70% di materiale riciclato, quale:

- FSC Riciclato: attesta il 100% di contenuto di materiale riciclato;
- PEFC: attesta almeno il 70% di contenuto di materiale riciclato;
- ReMade in Italy, con indicazione della % di materiale riciclato in etichetta;
- Marchio di qualità ecologica Ecolabel EU.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Non Applicabile in quanto il progetto per lo stralcio funzionale Lotto I non prevede opere in legno. Qualora in sede di progettazione esecutiva fossero previste integrazioni con forniture di prodotti legnosi, l'aggiudicatario dovrà verificare la rispondenza al presente criterio (p.to 2.5.6- rif. D.M.23/06/2022).

Articolo 1.3.7 Isolanti termici ed acustici (2.5.7)

Con il termine isolanti, si intendono quei prodotti da costruzione con funzione di isolamento termico, ovvero acustico, costituiti da:

uno o più materiali isolanti (ogni singolo materiale isolante utilizzato deve rispettare i requisiti qui previsti); un insieme integrato di materiali non isolanti e isolanti, p.es laterizio e isolante (in questo caso solo i materiali isolanti devono rispettare i requisiti qui previsti).

Gli isolanti termici utilizzati per l'isolamento dell'involucro dell'edificio (esclusi quelli usati per l'isolamento degli impianti) avranno i seguenti requisiti:

- a) Marcatura CE (data da norma di prodotto armonizzata come materiale isolante o ETA per cui il fabbricante può redigere la dichiarazione di prestazione DoP e apporre la marcatura);
- b) concentrazione inferiore allo 0,1% (peso/peso) delle sostanze incluse nell'elenco di sostanze estremamente
- c) assenza di agenti espandenti che causino la riduzione dello strato di ozono (ODP), come per esempio gli HCFC;
- d) assenza di prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo;
- e) concentrazione di agenti espandenti inferiori al 6% del peso del prodotto finito (nel caso in cui sono prodotti da una resina di polistirene espandibile);
- f) lane minerali conformi alla Nota Q o alla nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP).

Si riportano nella tabella di seguito le quantità minime di materiale riciclato, recuperato,

sottoprodotti (valutate sul peso come somma delle tre frazioni), previste per le principali tipologie di isolanti:

Materiale	Contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato ovvero sottoprodotti
Cellulosa (Gli altri materiali di origine legnosa rispondono ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi").	80%
Lana di vetro	60%
Lana di roccia	15%
Vetro cellulare	60%
Fibre in poliestere ⁷	50% (per gli isolanti composti da fibre di poliestere e materiale rinnovabile, tale percentuale minima può essere del 20% se il contenuto di materiale da fonte rinnovabile è almeno pari all'85% del peso totale del prodotto. Secondo la norma UNI EN ISO 14021 i materiali rinnovabili sono composti da biomasse provenienti da una fonte vivente e che può essere continuamente reintegrata.)
Polistirene espanso sinterizzato (di cui quantità minima di riciclato 10%)	15%
Polistirene espanso estruso (di cui quantità minima di riciclato 5%)	10%
Poliuretano espanso rigido	2%
Poliuretano espanso flessibile	20%
Agglomerato di poliuretano	70%
Agglomerato di gomma	60%
Fibre tessili	60%

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Articolo 1.3.8 Tramezzature, contropareti e controsoffitti (2.5.8)

Le tramezzature, le contropareti perimetrali e i controsoffitti, realizzati con sistemi a secco, hanno un contenuto di almeno il 10% (5% in caso di prodotti a base gesso) in peso di materiale recuperato, ovvero riciclato, ovvero di sottoprodotti. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate. I materiali di origine legnosa rispondono ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi".

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Articolo 1.3.9 Murature in pietrame (2.5.9)

Il progetto, per le murature in pietrame e miste, prevede l'uso di solo materiale riutilizzato o di recupero (pietrame e blocchetti).

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Non Applicabile in quanto il progetto non prevede opere in muratura in pietrame.

Qualora in sede di progettazione esecutiva fossero previste integrazioni con opere in muratura in pietrame, l'aggiudicatario dovrà verificare la rispondenza al presente criterio (p.to 2.5.9- rif. D.M.23/06/2022).

Paragrafo 1.3.1 Pavimenti (2.5.10)**Articolo 1.3.1.1 Pavimentazioni dure (2.5.10.1)**

Per le pavimentazioni in legno si fa riferimento al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi". Le piastrelle di ceramica devono essere conformi almeno ai seguenti criteri inclusi nella Decisione 2009/607/CE, che stabilisce i criteri ecologici per l'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica alle coperture dure, e s.m.i:

1. Estrazione delle materie prime
- 2.2. Limitazione della presenza di alcune sostanze negli additivi (solo piastrelle smaltate), quali metalli pesanti come piombo, cadmio e antimonio
- 4.2. Consumo e uso di acqua
- 4.3. Emissioni nell'aria (solo per i parametri Particolato e Fluoruri)
- 4.4. Emissioni nell'acqua
- 5.2. Recupero dei rifiuti
- 6.1. Rilascio di sostanze pericolose (solo piastrelle vetrificate) A partire dal primo gennaio 2024, le piastrelle di ceramica dovranno essere conformi ai criteri inclusi della Decisione 2021/476 che stabilisce i criteri per l'assegnazione del marchio di qualità ecologica dell'Unione europea (Ecolabel UE) ai prodotti per coperture dure.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere:

- il Marchio Ecolabel UE;
- una dichiarazione ambientale ISO di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del presente criterio;
- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025, quali ad esempio lo schema internazionale EPD® o EPDIItaly®, qualora nella dichiarazione ambientale siano presenti le informazioni specifiche relative ai criteri sopra richiamati.

In mancanza di questi, la documentazione comprovante il rispetto del presente criterio validata da un organismo di valutazione della conformità, dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere:

- il Marchio Ecolabel UE;
- una dichiarazione ambientale ISO di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del presente criterio;
- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025, quali ad esempio lo schema internazionale EPD© o EPDItaly©, qualora nella dichiarazione ambientale siano presenti le informazioni specifiche relative ai criteri sopra richiamati.

In mancanza di questi, la documentazione comprovante il rispetto del presente criterio validata da un organismo di valutazione della conformità, dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

Articolo 1.3.1.2 Pavimenti resilienti (2.5.10.2)

Le pavimentazioni costituite da materie plastiche, devono avere un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate. Sono esclusi dall'applicazione del presente criterio i prodotti con spessore inferiore a 1mm. Le pavimentazioni costituite da gomma, devono avere un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 10% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. Sono esclusi dall'applicazione di tale criterio i prodotti con spessore inferiore a 1mm. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate. Le pavimentazioni non devono essere prodotte utilizzando ritardanti di fiamma che siano classificati pericolosi ai sensi del Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i. Tale requisito è verificato tramite la documentazione tecnica del fabbricante con allegate le schede dei dati di sicurezza (SDS), se previste dalle norme vigenti, rapporti di prova o altra documentazione tecnica di supporto.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Articolo 1.3.10 Serramenti e oscuranti in PVC (2.5.11)

I serramenti oscuranti in PVC sono prodotti con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e

certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Articolo 1.3.11 Tubazioni in PVC e Polipropilene (2.5.12)

Le tubazioni in PVC e polipropilene sono prodotte con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate ed è dimostrata producendo la documentazione di cui al par. 2.5 del D.M. del 23 giugno 2022 nella quale siano chiaramente riportati i dati relativi ai requisiti richiesti.

Applicabile.

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

Articolo 1.3.12 Pitture e vernici (2.5.13)

Il progetto prevede l'utilizzo di pitture e vernici che rispondono ad uno o più dei seguenti requisiti (la stazione appaltante deciderà, in base ai propri obiettivi ambientali ed in base alla destinazione d'uso dell'edificio):

- recano il marchio di qualità ecologica Ecolabel UE;
- non contengono alcun additivo a base di cadmio, piombo, cromo esavalente, mercurio, arsenico o selenio che determini una concentrazione superiore allo 0,010 % in peso, per Ciascun metallo sulla vernice secca;
- non contengono sostanze ovvero miscele classificate come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1 e 2 con i seguenti codici: H400, H410, H411 ai sensi del regolamento (CE) n.1272/2008 (CLP) e s.m.i. (tale criterio va utilizzato, qualora ritenuto opportuno dalla stazione appaltante).
- La dimostrazione del rispetto di questo criterio può avvenire tramite, rispettivamente:
 - l'utilizzo di prodotti recanti il Marchio Ecolabel UE;
 - apporti di prova rilasciati da laboratori accreditati, con evidenza delle concentrazioni dei singoli metalli pesanti sulla vernice secca;
 - dichiarazione del legale rappresentante, con allegato un fascicolo tecnico datato e firmato con evidenza del nome commerciale della vernice e relativa lista delle sostanze o miscele usate per preparare la stessa (pericolose o non pericolose e senza indicarne la percentuale). Per dimostrare l'assenza di sostanze o miscele classificate come sopra specificato, per ogni sostanza o miscela indicata, andrà fornita identificazione (nome chimico, CAS o numero CE) e Classificazione della sostanza o della miscela con indicazione di pericolo, qualora presente. Al fascicolo andranno poi allegate le schede di dati di sicurezza (SDS), se previste dalle norme vigenti, o altra documentazione tecnica di supporto, utile alla verifica di quanto descritto.

Applicabile

L'appaltatore, per la relativa lavorazione/fornitura di cui al presente criterio, dovrà fornire alla stazione appaltante relative schede tecniche, bolle di consegna con l'indicazione del peso di ciascuna fornitura e certificazioni di prodotto conformi alle indicazioni del Criterio e le stesse dovranno essere allegate alla scheda di approvazione materiale, prima della fornitura ed accettazione in cantiere.

- a)** l'utilizzo di prodotti recanti il Marchio Ecolabel UE.
- b)** rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati, con evidenza delle concentrazioni dei singoli metalli pesanti sulla vernice secca.
- c)** dichiarazione del legale rappresentante, con allegato un fascicolo tecnico datato e firmato con

evidenza del nome commerciale della vernice e relativa lista delle sostanze o miscele usate per preparare la stessa (pericolose o non pericolose e senza indicarne la percentuale). Per dimostrare l'assenza di sostanze o miscele classificate come sopra specificato, per ogni sostanza o miscela indicata, andrà fornita identificazione (nome chimico, CAS o numero CE) e Classificazione della sostanza o della miscela con indicazione di pericolo, qualora presente. Al fascicolo andranno poi allegate le schede di dati di sicurezza (SDS), se previste dalle norme vigenti, o altra documentazione tecnica di supporto, utile alla verifica di quanto descritto.

Titolo 1.4 Specifiche Tecniche progettuali relative al cantiere (2.6)

Ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), le attività di cantiere devono garantire le seguenti prestazioni: per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali devono essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato);

Al fine di impedire fenomeni di diminuzione di materia organica, calo della biodiversità, contaminazione locale o diffusa, salinizzazione, erosione del suolo, etc. sono previste le seguenti azioni a tutela del suolo:

- accantonamento in sito e successivo riutilizzo dello scotico del terreno vegetale per un' profondità di 60 cm, per la realizzazione di scarpate e aree verdi pubbliche e private;

- tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero.

- eventuali aree di deposito provvisorio di rifiuti non inerti devono essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali. Al fine di tutelare le acque superficiali e sotterranee da eventuali impatti sono previste le seguenti azioni a tutela delle acque superficiali e sotterranee:

- gli ambiti interessati dai fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone devono essere recintati e protetti con apposite reti al fine di proteggerli da danni accidentali.

Al fine di ridurre i rischi ambientali, l'Appaltatore dovrà garantire la mitigazione dell'impatto dell'area di cantiere e delle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, con particolare riferimento alle singole tipologie delle lavorazioni:

- mitigazione per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storico-culturali presenti nell'area del cantiere;

- le misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (tipo di cassonetti/contenitori per la raccolta differenziata, le aree da adibire a stoccaggio temporaneo, etc.) e per realizzare la demolizione selettiva e il riciclaggio dei materiali di scavo e dei rifiuti da costruzione e demolizione (C&D);

- le misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda, etc.);

- le misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo, etc., e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziosi e compressori a ridotta emissione acustica;

- le misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;

- le misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;

- le misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, anche attraverso la verifica periodica degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
- le misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
- le misure per attività di demolizione selettiva e riciclaggio dei rifiuti, con particolare riferimento al recupero dei laterizi, del calcestruzzo e di materiale proveniente dalle attività di cantiere con minori contenuti di impurità, le misure per il recupero e riciclaggio degli imballaggi.

Altre prescrizioni per la gestione del cantiere, per le preesistenze arboree e arbustive:

- rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch-list della flora alloctona d'Italia" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow);
- protezione delle specie arboree e arbustive autoctone: gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. In particolare intorno al tronco verrà legato del tavolame di protezione dello spessore minimo di 2cm. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici, etc;
- i depositi di materiali di cantiere non devono essere effettuati in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (deve essere garantita almeno una fascia di rispetto di 10 metri).

Articolo 1.4.1 Prestazioni ambientali del cantiere (2.6.1)

Le attività di preparazione e conduzione del cantiere dovranno prevedere le seguenti azioni:

- individuazione delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, e delle misure previste per la loro eliminazione o riduzione;
- definizione delle misure da adottare per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storico-culturali presenti nell'area del cantiere quali la recinzione e protezione degli ambiti interessati da fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone. Qualora l'area di cantiere ricada in siti tutelati ai sensi delle norme del piano paesistico si applicano le misure previste;
- rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch-list della flora alloctona d'Italia" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow);
- protezione delle specie arboree e arbustive autoctone. Gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici etc.;
- disposizione dei depositi di materiali di cantiere non in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (è garantita almeno una fascia di rispetto di dieci metri);
- definizione delle misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di inquinanti e gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda ecc.);

- fermo restando l'elaborazione di una valutazione previsionale di impatto acustico ai sensi della legge 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico", definizione di misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico e scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo ecc, e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenzianti e compressori a ridotta emissione acustica;
- definizione delle misure per l'abbattimento delle emissioni gassose inquinanti con riferimento alle attività di lavoro delle macchine operatrici e da cantiere che saranno impiegate, tenendo conto delle "fasi minime impiegabili": fase III A minimo a decorrere da gennaio 2022. Fase IV minimo a decorrere dal gennaio 2024 e la V dal gennaio 2026 (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040);
- definizione delle misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
- definizione delle misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;
- definizione delle misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, impedendo la diminuzione di materia organica, il calo della biodiversità nei diversi strati, la contaminazione locale o diffusa, la salinizzazione, l'erosione etc., anche attraverso la verifica continua degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
- definizione delle misure a tutela delle acque superficiali e sotterranee, quali l'impermeabilizzazione di eventuali aree di deposito temporaneo di rifiuti non inerti e depurazione delle acque di dilavamento prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;
- definizione delle misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
- misure per realizzare la demolizione selettiva individuando gli spazi per la raccolta dei materiali da avviare a preparazione per il riutilizzo, recupero e riciclo;
- misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (imballaggi, rifiuti pericolosi e speciali etc.) individuando le aree da adibire a deposito temporaneo, gli spazi opportunamente attrezzati (con idonei cassonetti/contenitori carrellabili opportunamente etichettati per la raccolta differenziata etc.).

Applicabile. Si rimanda alla Relazione CAM per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

Articolo 1.4.2 Demolizione selettiva, recupero e riciclo (2.6.2)

Il progetto prevede che almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati in cantiere, ed escludendo gli scavi, da avviare ad operazioni di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero (nel rispetto dell'art. 179 Dlgs 152/2006).

Il progetto stima, la quota parte di rifiuti che potrà essere avviata a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero.

Tale stima si basa su:

- a. valutazione delle caratteristiche dell'edificio;
- b. individuazione e valutazione dei rischi connessi a eventuali rifiuti pericolosi e alle emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
- c. stima delle quantità di rifiuti che saranno prodotti con ripartizione tra le diverse frazioni di materiale;
- d. stima della percentuale di rifiuti da avviare a preparazione per il riutilizzo e a riciclo, rispetto al totale dei rifiuti prodotti, sulla base dei sistemi di selezione proposti per il processo di demolizione;

Alla luce di tale stima, il progetto comprende le valutazioni e le previsioni riguardo a:

- a. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti pericolosi;
- b. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti riutilizzabili, riciclabili e recuperabili.

In considerazione del fatto che, in fase di demolizione selettiva, potrebbero rinvenirsi categorie di rifiuti differenti da quelle indicate (dovute ai diversi sistemi costruttivi e materiali ovvero componenti impiegati nell'edificio), è sempre suggerita l'adozione di tutte le precauzioni e gli accorgimenti atti ad avviare il maggior quantitativo di materiali non pericolosi a riciclo e ad altre operazioni di recupero.

Applicabile. Si rimanda alla Relazione CAM per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

Articolo 1.4.3 Conservazione dello strato superficiale del terreno (2.6.3)

Fermo restando la gestione delle terre e rocce da scavo in conformità al decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017 n. 120, nel caso in cui il progetto includa movimenti di terra (scavi, splanteamenti o altri interventi sul suolo esistente), il progetto prevede la rimozione e l'accantonamento del primo strato del terreno per il successivo riutilizzo in opere a verde. Per primo strato del terreno si intende sia l'orizzonte "O" (organico) del profilo pedologico sia l'orizzonte "A" (attivo), entrambi ricchi di materiale organico e di minerali che è necessario salvaguardare e utilizzare per le opere a verde. Nel caso in cui il profilo pedologico del suolo non sia noto, il progetto include un'analisi pedologica che determini l'altezza dello strato da accantonare (O e A) per il successivo riutilizzo. Il suolo rimosso dovrà essere accantonato in cantiere separatamente dalla matrice inorganica che invece è utilizzabile per rinterri o altri movimenti di terra, in modo tale da non comprometterne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche ed essere riutilizzato nelle aree a verde nuove o da riqualificare.

Parzialmente applicabile. Si rimanda alla Relazione CAM per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

Articolo 1.4.4 Rinterri e riempimenti (2.6.4)

Per i rinterri, il progetto prescrive il riutilizzo del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno di cui al precedente criterio "2.6.3-Conservazione dello strato superficiale del terreno", proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, ovvero materiale riciclato, che siano conformi ai parametri della norma UNI 11531-1. Per i riempimenti con miscele betonabili (ossia miscele fluide, a bassa resistenza controllata, facilmente removibili, auto costipanti e trasportate con betoniera), è utilizzato almeno il 70% di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242 e con caratteristiche prestazionali rispondenti all'aggregato riciclato di Tipo B come riportato al prospetto 4 della UNI 11104. Per i riempimenti con miscele legate con leganti idraulici, di cui alla norma UNI EN 14227-1, è utilizzato almeno il 30% in peso di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242.

L'Appaltatore deve presentare una verifica precedente alle operazioni di scavi e rinterri che contenga le informazioni specificate nel criterio, allegare una sottoscrizione di impegno a trattare i rifiuti da demolizione o a conferirli ad un impianto autorizzato al recupero dei rifiuti. Per le miscele (betonabili o legate con leganti idraulici), oltre alla documentazione di verifica prevista nei pertinenti criteri, è presentata anche la documentazione tecnica del fabbricante per la qualifica della miscela.

Applicabile. Si rimanda alla Relazione CAM per le specifiche tecniche e richiami agli elaborati di progetto.

Capitolo 2 Opere Edili

Titolo 2.1 Norme Generali - Accettazione materiali e pezzi speciali

Articolo 2.1.1 Certificazioni e documentazione

La fornitura dovrà essere accompagnata dai seguenti documenti che dovranno essere forniti all'Ente Appaltante direttamente dal/dai Fornitore/i dei tubi e dei raccordi per l'accettazione preliminare dei prodotti:

- Certificato del Sistema di Gestione Qualità ISO 9001:2015 emesso da organismo terzo accreditato da organismo firmatario del protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.
- Certificato del Sistema di Gestione Ambientale ISO14001 emesso da organismo terzo accreditato da organismo firmatario del protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.
- Certificato di Prodotto per la conformità alla norma EN 545:2010 per i tubi offerti, emesso da organismo terzo accreditato da organismo firmatario del protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065. Il certificato di prodotto dovrà essere relativo allo stabilimento di produzione dove verranno fabbricati i tubi offerti per la fornitura in oggetto e sarà probante dell'origine dei prodotti stessi.
- Certificato delle Prove di Prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545:2010 per tutti i giunti compresi nell'offerta emesso da organismo terzo che comprovi l'effettuazione delle prove da parte di un laboratorio accreditato da organismo firmatario del protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.
- Conformità della tenuta idraulica dei giunti elastici nei confronti della pressione interna positiva.
- Conformità della tenuta idraulica dei giunti elastici nei confronti della pressione interna negativa.
- Conformità della tenuta idraulica dei giunti elastici nei confronti della pressione esterna positiva.
- Conformità della tenuta idraulica dei giunti elastici nei confronti della pressione interna dinamica.
- Certificato di accreditamento del Laboratorio presso il quale sono state eseguite le Prove di Prestazione di cui al punto 4.
- Certificato comprovante per i DN previsti nella fornitura in oggetto le deviazioni angolari massime dei giunti con le quali sono state effettuate le prove di prestazione, emesso da organismo terzo.
- Certificato di ente terzo per la rispondenza delle guarnizioni alla norma EN 681-1.
- Certificati di alimentarietà rilasciati da Laboratorio di analisi di primaria importanza, avente sede in Italia e/o Unione Europea, attestante la conformità alle disposizioni del Decreto Ministeriale n. 174 del 06/04/2004 per tutte le parti a contatto con l'acqua dei materiali offerti per il lavoro in oggetto ed in particolare per ogni singola miscela di elastomero per le guarnizioni e per ogni singola vernice utilizzata per i rivestimenti.
- Certificato rilasciato da organismo terzo per la conformità della malta cementizia alla resistenza a compressione del cemento secondo EN 545, § 7.1

- Certificato rilasciato da organismo terzo per la conformità della malta cementizia alla Direttiva Europea 98/83/EC secondo EN 545, § 4.5.3.1
- Certificato rilasciato da organismo terzo per la conformità della malta cementizia alla norma EN197-1 secondo EN 545, § 4.5.3.1
- Certificato di conformità CE del cemento impiegato per la malta cementizia secondo quanto richiesto dalla norma EN197-1 all'Allegato ZA, rilasciato da ente terzo notificato dalla Comunità Europea.
- Certificato di evidenza delle prestazioni a lungo termine secondo quanto richiesto dalla norma EN 545:2010 – Appendice D Paragrafo D.2.2. per il rivestimento esterno costituito da una lega di zinco/alluminio o da una lega di zinco/alluminio additivata in rame (o altro metallo con proprietà contro la corrosione batterica) in ragione di 400 gr/m², emesso da organismo terzo.

A discrezione dell'Ente Appaltante la verifica dei suddetti requisiti dei Fabbrikanti potrà essere valutata annualmente dall'Ente Appaltante.

Qualora necessario l'Ente appaltante si riserva la possibilità di richiedere per le certificazioni di terza parte sopra indicate l'originale o la copia conforme.

Articolo 2.1.2 Accettazione dei tubi e dei pezzi speciali

1. Controlli e prove per l'accettazione

Nel caso che la Stazione Appaltante decida per un collaudo specifico dei materiali da fornire, la stessa richiederà preliminarmente all'ordine certificazioni di tipo 3.1 secondo la norma UNI EN 10204 o di tipo 3.2 qualora la Stazione Appaltante decida di recarsi presso lo/gli Stabilimento/i del Produttore dei tubi e/o dei pezzi speciali.

Al fine dell'effettuazione dei controlli e delle prove in fase di produzione, finalizzati all'accettazione dei tubi e dei pezzi speciali, la stazione appaltante ha la facoltà di inviare un proprio rappresentante o di incaricare un laboratorio qualificato di sua fiducia.

A tale scopo, la stazione appaltante dovrà essere preavvertita in tempo utile dell'inizio delle operazioni di produzione. La ditta produttrice dovrà eventualmente fornire le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessario al fine di consentire agli incaricati della stazione appaltante l'effettuazione di tutte le verifiche ritenute utili all'accertamento della rispondenza della produzione alle prescrizioni del presente disciplinare.

Qualora la stazione appaltante non si avvalga della suddetta facoltà, la ditta produttrice potrà comunque procedere alla produzione.

La stazione appaltante disporrà comunque sulla fornitura approvvigionata in cantiere – a cura di un proprio rappresentante o di un laboratorio qualificato di sua fiducia – al fine di eseguire tutti i controlli e prove a campione, ritenute utili all'accertamento della rispondenza della fornitura alle prescrizioni del presente disciplinare, e comunque in corrispondenza a quanto indicato dalle norme UNI EN 545:2010 e ISO 16631.

La Stazione appaltante peraltro si riserva la decisione di non eseguire prove di collaudo specifiche delle partite per operare, in vece di queste, un controllo generale della qualità dei materiali forniti da effettuarsi presso lo/gli Stabilimenti di fabbricazione ed anche su materiali non facenti parte degli ordini ma anche similari per diametro e/o per tecnologia produttiva.

In tale occasione la Stazione Appaltante si riserva di verificare che tutte le procedure di verifica e controllo ispettivo del Fabbrikante corrispondano ad uno specifico piano di controllo della qualità e del processo in Fabbrica valido per qualsivoglia fornitura e prodotto: in tale caso la fornitura potrà essere accompagnata da certificati di tipo 2.1 secondo la Norma UNI EN 10204.

La stazione appaltante abbinognerà altresì solo di certificazioni di tipo 2.1 secondo la Norma UNI EN 10204 qualora il Fabbrikante dei tubi e dei raccordi oggetto di fornitura possegga certificazione di Prodotto emessa da Organismo Terzo accreditato, secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065, che

abbia firmato il Protocollo europeo di accreditamento: tale certificazione dovrà essere direttamente consegnata all'Ente Appaltante dal/dai Fornitore/i dei tubi e dei raccordi.

2. Formazione delle partite

L'intera fornitura potrà venire suddivisa in singole partite di materiali il più possibile omogenee dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione.

La formazione delle partite di materiali approntati, su cui saranno eseguite le operazioni di controllo e prova da parte del rappresentante della stazione appaltante, avverrà di norma secondo i seguenti criteri, salvo particolari accordi che verranno presi tra le parti in relazione ai quantitativi effettivi di materiali compresi nell'appalto.

I tubi verranno suddivisi in partite di cento elementi di uguale diametro e spessori, fabbricati in successione.

I pezzi speciali in partite del peso complessivo di 10 ton circa, composte possibilmente da elementi colati in successione e che abbiano ricevuto, eventualmente, lo stesso trattamento termico.

Dalle partite di materiali prodotti verranno prelevati, a discrezione del rappresentante della stazione appaltante, saggi per le prove in numero esuberante rispetto a quello strettamente necessario, per eventuali prove ripetute. I saggi dovranno essere prelevati dalle testate lisce dei tubi stessi e dai raccordi.

Tutti i tubi, sui quali saranno stati prelevati saggi per le prove di accettazione, saranno accettati dalla stazione appaltante come se avessero la loro lunghezza normale.

Le prove di collaudo idraulico o ad aria per i pezzi speciali potranno avvenire solo su elementi non rivestiti.

3. Controllo dei difetti superficiali

Il controllo dei difetti superficiali sarà eseguito sui tubi e sui pezzi speciali approvvigionati in cantiere. Le pareti interne ed esterne dovranno essere sbavate con cura e pulite.

Il controllo sarà effettuato a vista, e cioè senza il soccorso di apparecchiature di ingrandimento.

Al controllo i tubi ed i pezzi speciali dovranno risultare esenti da difetti superficiali tali da nuocere al loro impiego.

4. Controllo delle dimensioni

Il controllo delle dimensioni sarà eseguito sui tubi e sui pezzi speciali allo stato di fornitura, secondo quanto previsto dalle norme UNI EN 545 e ISO 16631.

5. Prova di tenuta idraulica

La prova di tenuta dovrà essere eseguita durante il ciclo di produzione mediante prova di pressione interna, su tutti i tubi ed i pezzi speciali non rivestiti.

La prova di tenuta dei tubi e dei raccordi sarà effettuata secondo quanto previsto dalle norme UNI EN 545 e ISO 16631.

6. Prova di trazione

Per i controlli e le prove di accettazione effettuate in periodo successivo a quello di fabbricazione, sulla fornitura già approvvigionata in cantiere, la prova di trazione sarà eseguita su provette estratte da un saggio per ogni partita, prelevato a scelta del rappresentante della stazione appaltante.

La prova di trazione sarà effettuata secondo quanto previsto dal paragrafo 6.3 della norma UNI EN 545.

7. Prova di durezza

Per i controlli e le prove di accettazione effettuate in periodo successivo a quello di fabbricazione, sulla fornitura già approvvigionata in cantiere, la prova di durezza sarà eseguita su un campione per ogni partita, prelevato a scelta del rappresentante della stazione appaltante.

La prova di durezza, che potrà essere eseguita sia sulla superficie esterna che sulle sezioni delle stesse provette utilizzate per le prove meccaniche, consisterà nella determinazione della durezza Brinell.

La prova sarà effettuata in conformità al paragrafo 6.4 della norma UNI EN 545.

8. Prove sui rivestimenti

In conformità ai paragrafi 4.5.2.1 e 4.5.2.2 della norma EN545:2010, al fine di avere garantita l'aderenza alla parete del tubo del rivestimento in zinco o lega di zinco-alluminio, qualora l'applicazione del rivestimento stesso avvenga in differita rispetto alla centrifugazione ed al trattamento termico, si richiede che i tubi vengano prima sottoposti ad un'operazione di granigliatura e che il fabbricante dichiari in quale stabilimento i tubi sono stati centrifugati e rivestiti esternamente. Sarà quindi facoltà della stazione appaltante eseguire presso un ente terzo qualificato, a carico del fabbricante ed a pena del rifiuto del materiale, delle verifiche sui tubi forniti per stabilire l'entità dello strato di ossido e lo stato della superficie al di sotto del rivestimento esterno in lega di zinco-alluminio.

Le prove sulle masse dei rivestimenti di zinco o lega Zn-Al, lo spessore dei rivestimenti di vernice e del rivestimento interno di malta cementizia, saranno eseguite ciascuna su un campione per ogni partita, conformemente alle prescrizioni dei paragrafi 6.6, 6.7, 6.8 della norma UNI EN 545. Il controllo sulla costituzione della lega Zn-Al secondo quanto descritto all'appendice D della UNI EN 545 (al fine di verificare eventuali difformità dovute a rivestimenti realizzati sotto forma di pseudo-lega) avverrà tramite specifica analisi metallografica.

9. Provenienza dei materiali

Ai sensi dell'art. 137 comma 2 del D.lgs. nr. 50/2016, l'offerta sarà respinta se il valore economico dei prodotti fabbricati in paesi terzi, ai sensi del regolamento (UE) n. 952/2013 del Parlamento Europeo, supera il 50 per cento del valore totale dei prodotti offerti.

La norma di cui al presente paragrafo, si applica a tutte le tipologie di appalto.

Articolo 2.1.3 Effetto dei risultati ottenuti nel controllo dei tubi e dei pezzi speciali

1. Controllo dei difetti superficiali

Qualora alcuni tubi o pezzi speciali presentassero leggere imperfezioni superficiali la ditta produttrice potrà rimediare sotto la propria responsabilità, nei modi che riterrà opportuno.

Difetti, sempre di secondaria importanza, potranno essere riparati solamente con il consenso preventivo del rappresentante della stazione appaltante. Nella riparazione la ditta produttrice potrà impiegare qualsiasi provvedimento precedentemente sperimentato, anche la saldatura, assumendosi comunque ogni responsabilità sulla riuscita del lavoro di riparazione.

I tubi ed i pezzi speciali che presentassero imperfezioni o difetti, ritenuti a giudizio del rappresentante della stazione appaltante di notevole importanza ai fini dell'impiego, saranno senz'altro rifiutati.

2. Controllo delle dimensioni

I tubi ed i pezzi speciali, le cui dimensioni presentassero al controllo differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse, saranno rifiutati.

3. Prova di trazione

Se i valori della resistenza a rottura, del limite elastico allo 0,2% e dell'allungamento percentuale a rottura risultassero, nella prova di trazione di una provetta, inferiori ai minimi prescritti in precedenza, la prova sarà ripetuta ancora su due provette ricavate dagli altri saggi della medesima partita dei materiali. I risultati di queste due riprove dovranno soddisfare alle prescrizioni altrimenti la partita dei materiali, cui le prove si riferiscono, sarà rifiutata.

Qualora i risultati della prova di trazione non rispondessero alle prescrizioni a causa di inadeguato trattamento termico dei materiali prodotti, i materiali stessi ed i relativi saggi in causa potranno, con il consenso preventivo del rappresentante della stazione appaltante, essere oggetto di un nuovo trattamento termico e successivamente sottoposti di nuovo alla prova di accettazione.

Nell'esame dei risultati della prova di trazione non si terrà conto dell'esito di prove eseguite su provette che presentassero evidenti difetti di natura accidentale.

4. Prove di durezza

Se il valore della durezza Brinell risultasse superiore ai massimi prescritti in precedenza, la prova sarà ripetuta ancora su due provette ricavate dagli altri saggi della medesima partita dei materiali.

I risultati di queste due riprove dovranno soddisfare alle prescrizioni altrimenti la partita dei materiali, cui le prove si riferiscono, sarà rifiutata.

Qualora i risultati della prova di durezza non rispondessero alle prescrizioni a causa di inadeguato trattamento termico dei materiali prodotti, i materiali stessi ed i relativi saggi in causa potranno, con il consenso preventivo del rappresentante della stazione appaltante, essere oggetto di un nuovo trattamento termico e successivamente sottoposti di nuovo alla prova di accettazione.

5. Prove sui rivestimenti

Se il rivestimento risultasse non conforme alle indicazioni del seguente disciplinare tecnico, e comunque in generale difforme dalle prescrizioni della UNI EN 545 e della ISO 16631, la prova sarà ripetuta ancora su due campioni ricavati dagli altri saggi della medesima partita dei materiali.

I risultati di queste due riprove dovranno soddisfare le prescrizioni del disciplinare, altrimenti la partita dei materiali, cui le prove si riferiscono, sarà rifiutata. Un'eventuale recidività delle non conformità sulle partite successive di materiale potrà determinare l'applicazione delle penali previste a livello contrattuale.

Articolo 2.1.4 Accettazione delle guarnizioni di gomma

1. Controlli e prove per l'accettazione

La stazione appaltante potrà disporre sulla fornitura delle guarnizioni approvvigionata in cantiere – a cura di un proprio rappresentante o di un laboratorio qualificato di sua fiducia – tutti i controlli e prove ritenute utili all'accertamento della rispondenza della fornitura alle prescrizioni del presente disciplinare, come di seguito specificato.

2. Controlli generali

Su un quantitativo non maggiore del 10% (dieci per cento) del numero di elementi approvvigionati saranno effettuati i seguenti controlli:

- controllo dei difetti superficiali;
- controllo delle dimensioni.

Al controllo dei difetti superficiali le guarnizioni di gomma dovranno presentare omogeneità di materiale, assenze di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli. Saranno tollerati solamente segni, ridottissimi in numero e dimensioni, derivanti da eventuale stampaggio per iniezione. La superficie degli anelli deve

essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di materiale estraneo. Sono escluse anche porosità o inclusioni d'aria nella massa.

Le sbavature dovranno essere ridotte ad un minimo che non pregiudichi la tenuta dell'acqua. Eventualmente l'asportazione della bava può essere ottenuta mediante leggera molatura.

Il controllo delle dimensioni potrà riguardare la corrispondenza dimensionale, ove possibile, alle misure indicative descritte nella norma relativa al tipo di giunto utilizzato.

3. Prove fisiche-chimiche

Su un quantitativo non maggiore dell'1% (uno per cento) del numero di elementi costituenti le singole partite saranno effettuate le prove necessarie a verificare la rispondenza del materiale costitutivo alle prescrizioni della norma EN 681.1 tipo WA.

Le prove chimiche, che potranno essere effettuate sui campioni di gomma, avranno lo scopo di accertare la presenza nella miscela di elementi non ammessi dalle presenti norme e di verificare, inoltre, che i tenori percentuali rientrino nei valori prescritti.

Articolo 2.1.5 Effetto dei risultati ottenuti nel controllo delle guarnizioni

1. Controlli generali

Gli anelli di guarnizione, che presentassero difetti superficiali, ritenuti a giudizio del rappresentante della Stazione appaltante nocivi ai fini del loro impiego, saranno senz'altro rifiutati.

Gli anelli di guarnizione, le cui dimensioni presentassero, al controllo, differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse, saranno rifiutati.

2. Prove fisiche-chimiche

Se le caratteristiche degli anelli di guarnizione risultassero, nelle prove fisiche sull'1% (uno per cento) del quantitativo fornito, non rispondenti alle prescrizioni, le prove saranno ripetute ancora su un altro quantitativo pari al 2% (due per cento).

In caso di esito positivo gli anelli di guarnizione forniti verranno senz'altro accettati; in caso contrario saranno rifiutati.

In ogni caso, qualora dalle analisi chimiche risulti la non idoneità all'impiego per fini potabili, gli anelli di guarnizione saranno senz'altro rifiutati.

Titolo 2.2 Qualità dei materiali e dei componenti

Titolo 2.2.1 Materiali in genere

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

I prodotti da costruzioni disponibili sul mercato devono fare riferimento al REGOLAMENTO UE 305/2011 ai fini dell'individuazione dei requisiti e prestazioni.

Ogni prodotto coperto da normativa armonizzata deve essere accompagnato da Dichiarazione di Prestazione (DoP) la quale contiene le informazioni sull'impiego previsto, le caratteristiche essenziali pertinenti l'impiego previsto, le performance di almeno una delle caratteristiche essenziali;

Pertanto per i prodotti industriali la rispondenza a questo Capitolato Speciale può risultare dal confronto con la dichiarazione di prestazione.

I materiali inclusi nelle categorie di cui al *Titolo 1.3* dovranno garantire il rispetto dei requisiti di cui ai relativi Articoli e sempre nel rispetto del **D.M. n.256 del 23/06/2022**.

Articolo 2.2.1.1 Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici (UNI EN 1008) dovrà essere dolce, limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. In taluni casi dovrà essere, altresì, additivata per evitare l'instaurarsi di reazioni chimico – fisiche che potrebbero causare la produzione di sostanze pericolose.

Articolo 2.2.1.2 Calci

Le calci aeree devono rispondere ai requisiti di cui al RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci" e ai requisiti di cui alla norma UNI 459 ("Calci da costruzione"). Le calci idrauliche, oltre che ai requisiti di accettazione di cui al RD 16 novembre 1939, n. 2231 e a quelli della norma UNI 459, devono rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" ed ai requisiti di accettazione contenuti nel DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" e s.m. ed i. Le calci idrauliche devono essere fornite o in sacchi sigillati o in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola, che non possono essere aperti senza lacerazione, o alla rinfusa. Per ciascuna delle tre alternative valgono le prescrizioni di cui all'art. 3 della legge 595/1965.

Articolo 2.2.1.3 Cementi

I cementi da impiegare in qualsiasi lavoro devono rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi") e successive modifiche e integrazioni (DM 20 novembre 1984 e DM 13 settembre 1993). Tutti i cementi devono essere, altresì, conformi al DM n. 314 emanato dal Ministero dell'Industria in data 12 luglio 1999 (che ha sostituito il DM n. 126 del 9 marzo 1988 con l'allegato "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi" dell'ICITE - CNR) ed in vigore dal 12 marzo 2000, che stabilisce le nuove regole per l'attestazione di conformità per i cementi immessi sul mercato nazionale e per i cementi destinati ad essere impiegati nelle opere in conglomerato normale, armato e precompresso. I requisiti da soddisfare devono essere quelli previsti dalla norma UNI EN 197-2007 "Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni".

Gli agglomerati cementizi, oltre a soddisfare i requisiti di cui alla legge 595/1965, devono rispondere alle prescrizioni di cui al summenzionato DM del 31 agosto 1972 e s.m. ed i.

I cementi e gli agglomeranti cementizi devono essere forniti o in sacchi sigillati o in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola, che non possono essere aperti senza lacerazione, o alla rinfusa. Per ciascuna delle tre alternative valgono le prescrizioni di cui all'art. 3 della legge 595/1965.

I cementi e gli agglomerati cementizi devono essere in ogni caso conservati in magazzini coperti, ben ventilati e riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

Articolo 2.2.1.4 Pozzolane

Le pozzolane devono essere ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza devono rispondere a tutti i requisiti prescritti dal RD 16 novembre 1939, n. 2230.

Articolo 2.2.1.5 Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza

parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. L'uso del gesso dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori. Per l'accettazione valgono i criteri generali del presente capitolato e la norma [UNI 5371](#).

Articolo 2.2.1.6 Materiali inerti per conglomerati cementizi e per malte

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1. Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR 246 1993 è indicato nel DM 17/01/2018.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.

Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Nelle prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Le sabbie, naturali o artificiali, da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi devono:

- essere ben assortite in grossezza;
- essere costituite da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa;
- avere un contenuto di solfati e di cloruri molto basso (soprattutto per malte a base di cemento);
- essere tali da non reagire chimicamente con la calce e con gli alcali del cemento, per evitare rigonfiamenti e quindi fessurazioni, macchie superficiali;
- essere scricchiolanti alla mano;
- non lasciare traccia di sporco;
- essere lavate con acqua dolce anche più volte, se necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee;
- avere una perdita in peso non superiore al 2% se sottoposte alla prova di decantazione in acqua.

La ghiaia da impiegare nelle malte e nei conglomerati cementizi deve essere

- costituita da elementi puliti di materiale calcareo o siliceo;
- ben assortita;
- priva di parti friabili;
- lavata con acqua dolce, se necessario per eliminare materie nocive.

Il pietrisco, utilizzato in alternativa alla ghiaia, deve essere ottenuto dalla frantumazione di roccia compatta, durissima silicea o calcarea, ad alta resistenza meccanica.

Le dimensioni dei granuli delle ghiaie e del pietrisco per conglomerati cementizi sono prescritte dalla direzione lavori in base alla destinazione d'uso e alle modalità di applicazione. In ogni caso le dimensioni massime devono essere commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Nel dettaglio gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi devono essere di dimensioni tali da:

- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 5 cm se utilizzati per lavori di fondazione/elevazione, muri di sostegno, rivestimenti di scarpata, ecc...
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 4 cm se utilizzati per volti di getto;
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 3 cm se utilizzati per cappe di volti, lavori in cemento armato, lavori a parete sottile.

In ogni caso, salvo alcune eccezioni, gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi devono essere tali da non passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 1 cm.

Sabbia, ghiaia e pietrisco sono in genere forniti allo stato sciolto e sono misurati o a metro cubo di materiale assestato sugli automezzi per forniture o a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di m³, nel caso in cui occorrono solo minimi quantitativi.

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro, devono essere a grana compatta e monde da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; devono avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata alla entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività alle malte. Sono escluse, salvo specifiche prescrizioni, le pietre gessose ed in generale tutte quelle che potrebbero subire alterazioni per l'azione degli agenti atmosferici o dell'acqua corrente.

Gli additivi per impasti cementizi devono essere conformi alla norma UNI 10765 (Additivi per impasti cementizi – Additivi multifunzionali per calcestruzzo – Definizioni, requisiti e criteri di conformità). Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri del presente Capitolato Speciale.

Articolo 2.2.1.7 Prefabbricati Capannoni

- Pilastri prefabbricati in c.a.v., di sezione come da elaborati di progetto esecutivi. Misurazione comprensiva della parte infissa nel plinto di fondazione con esclusione di eventuali mensole, scanalature, rastremature, pluviali da preinserire, ecc.
- Mensole in calcestruzzo armato a forma trapezoidale per pilastri prefabbricati, a sostegno delle vie di corsa per carroponete con portata d'esercizio sino a 10 tonnellate. Complete di piastra in ferro trattata con antiruggine annegata nel getto ed affiorante in superficie.
- Travi di copertura prefabbricate in c.a.p. aventi sezione variabile (come da elaborati di progetto esecutivi), doppia pendenza (pari al 10%), dimensioni e misure come da elaborati esecutivi e particolari costruttivi del Progetto Esecutivo di cui al presente Capitolato, gettate in stabilimento di prefabbricazione su casseri metallici. L'armatura di precompressione è costituita da trefoli opportunamente distribuiti al fine di contenere le tensioni nel calcestruzzo entro i valori ammissibili nelle varie fasi della precompressione. L'armatura lenta è costituita da ferro ad aderenza migliorata FeB44K.

Calcolati per una resistenza al fuoco R 120.

- Canale di gronda prefabbricato in c.a.p., sezione a "U", larghezza cm 60, altezza cm 38. Completo di fori o semifori per scarico discendenti pluviali. Gettati in stabilimento di prefabbricazione su casseri metallici. L'armatura di precompressione è costituita da trefoli opportunamente distribuiti al fine di contenere le tensioni nel calcestruzzo entro i valori ammissibili nelle varie fasi della precompressione. L'armatura lenta è costituita da ferro ad aderenza migliorata B450C.
- Coppelle prefabbricate binervate in c.a.p. per coperture, dimensioni e misure come da elaborati esecutivi e particolari costruttivi del Progetto Esecutivo di cui al presente Capitolato. Calcolate per un sovraccarico permanente+accidentale come descritto in copertina. Gettate in stabilimento di prefabbricazione su casseri metallici. L'armatura di precompressione è costituita da trefoli opportunamente distribuiti al fine di contenere le tensioni nel calcestruzzo entro i valori ammissibili nelle varie fasi della precompressione. L'armatura lenta è costituita da ferro ad aderenza migliorata

Fe844K.

Calcolati per una resistenza al fuoco R120.

Articolo 2.2.1.8 Calcestruzzo

Il calcestruzzo è classificato in base alla resistenza a compressione, espressa come resistenza caratteristica R_{ck} oppure f_{ck} . La resistenza caratteristica R_{ck} viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cubi di 150 mm di lato; la resistenza caratteristica f_{ck} viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm d'altezza; i valori espressi in N/mm^2 elencati nella tabella seguente risultano compresi in uno dei seguenti campi della tabella.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

Tabella

calcestruzzo non strutturale: 8/10 N/mm^2
calcestruzzo ordinario: 16/20 N/mm^2
calcestruzzo ad alte prestazioni: 50/60 N/mm^2
calcestruzzo ad alta resistenza: 70/85 N/mm^2

Requisiti prestazionali richiesti

Classe calcestruzzo	C45/55 (pilastri, travi, tegolo)		
Resistenza a compressione			
Rck	55	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	45.65	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	53.65	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.83	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	36416.1139	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10×10^{-6}	°C-1	
Classe calcestruzzo	C32/40 (PANNELLI DI TAMPONAMENTO)		
Resistenza a compressione			
Rck	40	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
$f_{ck}=0,83 \cdot R_{ck}$	33.20	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{cm}=f_{ck}+8$	41.20	Mpa	Resistenza a compressione media
$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.10	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
$E_{cm}=22000(f_{cm}/10)^{0,3}$	33642.77768	Mpa	Modulo Elastico

Coeff. Dilat. Termica	10x10 ⁻⁶	°C ⁻¹	
Classe calcestruzzo	C25/30 (FONDAZIONI)		
Resistenza a compressione			
R _{ck}	30	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cubica
f _{ck} =0,83*R _{ck}	24.90	Mpa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
f _{cm} =f _{ck} +8	32.90	Mpa	Resistenza a compressione media
f _{ctm} =0,30*f _{ck} ^{2/3}	8.53	Mpa	Resistenza a trazione media per classe <C50/60
E _{cm} =22000(f _{cm} /10) ^{0,3}	31476	Mpa	Modulo Elastico
Coeff. Dilat. Termica	10x10 ⁻⁶	°C ⁻¹	

Articolo 2.2.1.9 Elementi di laterizio e calcestruzzo

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Se impiegati nella costruzione di murature portanti, devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie [UNI EN 771](#) e alle prescrizioni contenute nel DM 17/01/2018 - devono recare la Marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nello stesso decreto.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento.

Le eventuali prove su detti elementi saranno condotte secondo le prescrizioni di cui alla norma [UNI 772](#).

Ai sensi del DM 17/01/2018, il Direttore dei Lavori è tenuto a far eseguire ulteriori prove di accettazione sugli elementi per muratura portante pervenuti in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nelle citate norme armonizzate.

Le prove di accettazione su materiali di cui al presente paragrafo sono obbligatorie e devono essere eseguite e certificate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001.

Criterio Ambientale

I laterizi usati per muratura e solai devono avere un contenuto di materiale riciclato (secco) di almeno il 10% sul peso del prodotto.

I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista devono avere un contenuto di materiale riciclato (secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto.

Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

Verifica: Il progettista deve specificare le informazioni sul profilo ambientale dei prodotti scelti e deve prescrivere che in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio

La percentuale di materiale riciclato deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito. I laterizi da impiegare nelle murature esterne del Fabbricato Uffici e Spogliatoi dovranno rispettare i requisiti dimensionali e tecnico-prestazionali indicati negli elaborati di progetto ed in particolare negli elaborati: **"Fabbricato Uffici: Relazione Energetica ex Legge 10/91", "Fabbricato Uffici: Particolari Costruttivi"**

Articolo 2.2.1.10 Acciaio per armature per calcestruzzo

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente DM 17 gennaio 2018.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli.

Requisiti prestazionali richiesti

Acciaio		B450C		
fynom	450	Mpa	Tensione di snervamento nominale	
ftnom	540	Mpa	Tensione di rottura nominale	
(Agt)k	7,5	%	Allungamento	
ft/fy	1,13≤ft/fy≤1,37			
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche			
Acciaio		Reti e tralicci		
fynom	450	Mpa	Tensione di snervamento nominale	
ftnom	540	Mpa	Tensione di rottura nominale	
(Agt)k	7.5	%	Allungamento	

ft/fy	1,13≤ft/fy≤1,37		
Distacco dal nodo	≥ sez. nom f maggiore x 450 x25%		
Acciaio	Precompresso		
fptk	1000	Mpa	Tensione caratteristica al carico massimo
fpk	800	Mpa	Tensione caratteristica di snervamento
(Agt)k	3.5	%	Allungamento

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili e rispondere ai requisiti specificati nel DM17/01/2018.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato nel DM17/01/2018.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati a carico dell'Appaltatore, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 in conformità a quanto indicato nel punto 11.3.2.12 delle NTC 2018. Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive. Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni. Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità. I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il § 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle Tabelle seguenti, rispettivamente per barre e reti e tralicci:

Tab. 11.3.VII a) – Valori di accettazione in cantiere – barre

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_g minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_g minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per acciai B450A e B450C

Tab. 11.3.VII b) – Valori di accettazione in cantiere – reti e tralicci

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_g minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_g minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Distacco del nodo	$\geq$ Sez. nom. Ø maggiore $\times 450 \times 25\%$	per acciai B450A e B450C

Articolo 2.2.1.11 Acciaio per carpenteria

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per itubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato dal nel DM 17/01/2018.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$
- coefficiente di *Poisson* $\nu = 0,3$
- coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
- (per temperature fino a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$)
- densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016 e UNI 5592 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI 7356

Normative di riferimento

DM del 17/01/2018

UNI EN ISO 4016

UNI EN ISO 898

UNI 7356

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 a carico dell'Appaltatore e secondo quanto indicato nel punto 11.3.4.11.3 delle NTC 2018, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la

tipologia di qualificazione. Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni. Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove. Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità. A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- *Elementi di Carpenteria Metallica*: 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.

- *Lamiere grecate e profili formati a freddo*: 3 prove ogni 15 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera,, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di lamiere grecate o profili formati a freddo non superiore a 0.5 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

- *Bulloni e chiodi*: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

- *Giunzioni meccaniche*: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 10, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti. I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle presenti norme o dalla documentazione di progetto per la specifica opera. Questi criteri tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. Tali criteri

devono essere adeguatamente illustrati nella "Relazione sui controlli e sulle prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali" predisposta dal Direttore dei lavori al termine dei lavori stessi.

Articolo 2.2.1.12 Opere in muratura

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

Articolo 2.2.1.12.1 Laterizi

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti. Per individuare le caratteristiche di resistenza degli elementi artificiali pieni e semipieni si farà riferimento al D.M. 18/01/2018.

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, a loro completamento, alle seguenti prescrizioni:

Gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma UNI EN 771;

I laterizi per la muratura di tompagnatura dovranno avere requisiti termici e valori di massa superficiale uguali o migliori a quelli previsti nel progetto e negli elaborati specialistici e relative schede tecniche (**Relazione Tecnica Ex art.20 L.10/91 e Relazione delle Opere Architettoniche**).

Articolo 2.2.1.12.2 Blocchi laterizio facciavista

Per il Fabbricato Uffici e Spogliatoi gli elementi per muratura a facciavista dovranno essere in calcestruzzo di argilla espansa fornito da Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo UNI EN ISO 9001. I manufatti devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 771-3. I manufatti devono avere dimensioni modulari (HxL) 20x50 cm e densità del calcestruzzo di argilla espansa pari a 1.600 kg/m³, dimensioni 8 x 20 x 50 cm (spessore 8 cm) colori giallo-terra.

Articolo 2.2.1.13 Prodotti di pietre naturali o ricostruite

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

- **Marmo** (termine commerciale): roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

Nota: A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcarei metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastri calcarei;
- le serpentiniti;
- oficalciti.

• *Granito* (termine commerciale): roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).

Nota: A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, felspati sodico-potassici emiche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

• *Travertino:* roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

• *Pietra* (termine commerciale): roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

Nota: A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI EN 12670 - 2003 ("Edilizia. Prodotti lapidei. Terminologia e classificazione").

2. I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
 - massa volumica reale ed apparente;
 - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale;
 - resistenza a compressione;
 - resistenza a flessione;
 - resistenza all'abrasione;
 -
- d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente Capitolato Speciale ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali del presente Capitolato Speciale.

Articolo 2.2.1.14 Pavimentazione

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione. Detti prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Articolo 2.2.1.14.1 Pavimenti in ceramica

Le *piastrelle di ceramica* devono essere del materiale indicato nel progetto. Le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate a quelle della classificazione di cui alla norma [UNI EN 14411](#) ("Piastrille di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura"), basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua.

A seconda della classe di appartenenza (secondo [UNI EN 14411](#)) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere ai requisiti fissati dalla norma [UNI EN 14411](#).

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, e, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei Lavori e fornitore.

Per i prodotti definiti «pianelle comuni di argilla», «pianelle pressate ed arrotate di argilla» e «mattonelle greificate» dal RD del 16 novembre 1939 n. 2234 devono, altresì, essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kg/m) minimo;
- resistenza alla flessione 2,5 N/mm² (25 kg/cm²) minimo;
- coefficiente di usura al tribometro 15 mm massimo per 1 km di percorso.

Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma [UNI EN 14411](#)), per cui:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

Articolo 2.2.1.14.2 Pavimento flottante

Pavimento modulare sopraelevato realizzato con supporti in acciaio zincato ed elementi prefusi di alluminio con perni direzionali di contenimento dei pannelli per consentire l'inserimento a pressione dei traversi e l'ulteriore fissaggio delle stesse. La guarnizione superiore della testa dei supporti è in P.V.C. con funzione di tenuta d'aria e di coibenza acustica. Lo stelo filettato in acciaio zincato è dotato di dado di regolazione e blocco di livello, la base in alluminio pressofuso od in acciaio zincato. I traversi componibili sono in acciaio stampato zincato da inserire a scatto nella testa del supporto e successivamente fissata con appositi bulloni ed una guarnizione di tenuta all'aria ed alla polvere. Il piano di calpestio è realizzato con pannelli modulari tipo standard in P.V.C. o laminato plastico di dimensioni 60 x 60 cm.

Articolo 2.2.1.14.3 Pavimentazioni industriali

La pavimentazione industriale dovrà avere finitura di 8 mm con pastina di idoneo prodotto non tossico,

impermeabilizzante, ad alta resistenza meccanica all'usura e resistenza all'aggressione chimica. Sarà realizzata in calcestruzzo con classe di resistenza C32/40 e classe di consistenza S4, dello spessore di 20 cm, armato con una rete elettrosaldata diametro 8 mm maglia 20x20 cm posizionata nell'estradosso inferiore. La finitura superficiale includerà la lisciatura, la formazione di giunti di dilatazione a riquadri di 9 -10 mq con idonea fresatrice meccanica e successiva sigillatura con guarnizioni in pvc o resina.

Prescrizioni per il calcestruzzo

Conformità

Il calcestruzzo deve essere conforme alle norme UNI 11104 e UNI EN 206-1.

Classe di resistenza

La classe di resistenza non deve essere inferiore a C25/30 (Rck 30 N/mm²) e, comunque, conforme a quella prescritta dalla specifica classe di esposizione ambientale.

Classe di esposizione

La classe di esposizione ambientale deve essere specificata e individuata secondo la norma UNI EN 206-1, come in parte modificata e integrata dalla UNI 11104 (prospetto 4).

Rapporto a/c

Il rapporto acqua/cemento non deve essere superiore a 0,60 anche se la classe di esposizione prescritta consente un valore superiore.

Dosaggio del cemento

Il dosaggio del cemento deve essere non inferiore a 300 kg/m³. In ogni caso tale valore dovrà essere conforme alla prescrizione derivante dalla specifica classe di esposizione.

Nel caso di dosaggi superiori a 360 kg/m³ dovranno essere adottati i provvedimenti evidenziati nel CODICE DI BUONA PRATICA PER I PAVIMENTI IN CALCESTRUZZO AD USO INDUSTRIALE.

Consistenza

La lavorabilità deve essere specificata mediante la classe di consistenza misurata, come previsto dalla norma UNI EN 206-1, attraverso l'abbassamento del cono di Abrams, o uno slump di riferimento, oppure attraverso la misura dello spandimento con la tavola a scosse.

La consistenza del calcestruzzo deve essere specificata precisando se la stessa deve essere misurata durante lo scarico dall'autobetoniera o durante l'uscita dalla tubazione della pompa; in assenza di tale precisazione, la consistenza sarà misurata unicamente durante lo scarico dall'autobetoniera.

Se non diversamente precisato e tecnicamente motivato, si fissano le seguenti consistenze:

- in caso di stesura meccanizzata, uno slump di riferimento di 150mm con una tolleranza di ± 20 mm (es. staggia vibrante o vibrostenditrice).
- in caso di stesura manuale una classe di consistenza S5 (con abbassamento al cono non superiore a 250 mm) o uno slump di riferimento di 230 mm (con una tolleranza di ± 20 mm).

Nota: in caso di lavorabilità molto elevate deve essere dedicata particolare attenzione al rischio di segregazione e bleeding del calcestruzzo. In casi di dubbio occorre eseguire la prova di essudazione.

Contenuto di aria

Aria intrappolata

Il calcestruzzo dovrà avere al momento del getto (allo stato fresco) un contenuto di aria intrappolata non superiore al 3%.

Aria aggiunta o inglobata

Nel caso di calcestruzzi esposti ai cicli di gelo-disgelo, il contenuto di aria aggiunta dovrà essere rispondente a quanto specificato dalla UNI 11104 con fattore medio di spaziatura (spacing factor) di 0,3 mm rilevato in conformità alla norma UNI EN 480-11.

Questo calcestruzzo deve essere confezionato mediante l'aggiunta di additivi aeranti.

Aria totale

È la quantità di aria misurata dal porosimetro e rappresenta la somma dell'aria intrappolata e di quella aggiunta. Questa non deve mai superare il 5%.

Tempi di frattazzabilità del calcestruzzo

Il Fornitore di calcestruzzo deve garantire i tempi di frattazzabilità degli impasti forniti, con decorrenza dall'ora di carico riportata nella bolla di consegna del calcestruzzo.

Salvo diversi accordi che le Parti devono esprimere contrattualmente, il tempo di inizio frattazzabilità deve essere superiore alle 4 ore (con una tolleranza di 1 ora) e il tempo di fine frattazzabilità deve essere inferiore alle 8 ore (con una tolleranza di 2 ore).

In tal senso l'Affidatario si impegna a fornire preventivamente, alcune informazioni utili alla composizione della miscela del calcestruzzo quali, ad esempio, tipo e spessore del getto, tipologia del supporto e/o presenza di barriera al vapore, modalità e orari di getto. Il Fornitore, per rispettare tali tempi, potrebbe proporre una classe di resistenza superiore a quella richiesta.

Nota: Si rimanda all'allegato A per approfondimenti sui tempi di frattazzabilità e per la misura di questi tramite prove di laboratorio.

Temperatura del calcestruzzo

La temperatura del calcestruzzo fresco, al momento del getto, deve essere compresa tra 5°C e 30°C.

Nei periodi stagionali in cui le temperature possono essere al di fuori di questo intervallo sarà cura delle parti adottare tutti gli accorgimenti necessari per prevenire fenomeni di degrado al calcestruzzo.

Ritiro

Il ritiro del calcestruzzo misurato a 28 giorni deve essere uguale o minore a 500 µm/m. Il ritiro viene misurato secondo la norma UNI 11307.

Nota: Si rammenta che l'entità del ritiro aumenta al crescere del rapporto acqua/cemento e al diminuire del rapporto aggregati/cemento.

Diametro massimo dell'aggregato

Il diametro massimo dell'aggregato deve essere prescritto dal Progettista in funzione dello spessore della piastra, della presenza di armatura e del metodo di messa in opera.

Nota: Il Progettista dovrebbe informarsi sui materiali disponibili e scegliere, compatibilmente con le prescrizioni progettuali, il diametro maggiore tra quelli disponibili all'impianto.

Classe di contenuto in cloruri

La classe di contenuto in cloruri deve essere prescritta dal Progettista in conformità alla norma UNI EN 206-1. In assenza di indicazioni in merito, si consiglia di utilizzare la classe CI 0,40, eccetto che per i pavimenti post tesi in cui è preferibile la classe CI 0,20.

Omogeneità

I valori di omogeneità, determinati secondo quanto indicato al successivo punto 7.3.3, devono essere conformi a quanto segue:

- Per la consistenza: si fa riferimento ai punti 5.4.1 e 8.2.3 della norma UNI EN 206-1.
- Per la differenza di trattenuto: $\pm 8\%$ rispetto alla media dei valori registrati.

Acqua essudata (bleeding)

La quantità di acqua essudata deve essere non superiore a 0,5 l/m²/ora. La prova deve essere eseguita in accordo con la norma UNI 7122.

Contenuto d'acqua del calcestruzzo

La prova, eseguita in conformità alla norma UNI 11201, fornisce il contenuto di acqua totale dell'impasto da confrontare con il valore denunciato dal Fornitore oppure rilevato da prove di prequalifica. Consente di verificare il rapporto a/c, se si è a conoscenza del dosaggio di cemento utilizzato per confezionare un metro cubo di calcestruzzo.

Caratteristiche particolari

Il progettista potrà specificare eventuali prescrizioni aggiuntive qualora si presentino casi per i quali vengono richieste particolari prestazioni alla stato fresco e indurito. Sarà cura del fornitore qualificare le miscele alle prestazioni richieste.

Prescrizioni per i componenti**Premessa**

Ogni costituente, utilizzato per la confezione del calcestruzzo per il pavimento industriale, dovrà essere corredato della relativa marcatura CE o dalla scheda tecnica riportante le caratteristiche previste dalle specifiche norme di riferimento.

Cemento

Il cemento deve essere marcato CE e quindi conforme alla UNI EN 197-1.

Tipo

È preferibile l'impiego di un cemento ad alto contenuto di clinker (CEM I o CEM II). In presenza di rischio di reazione alcali-aggregato, sono consigliabili CEM III (altoforno), CEM IV (pozzolanico) o CEM V (composito) o, in alternativa, cemento CEM I oppure CEM II con contenuto di alcali equivalenti inferiore allo 0,6% o in combinazione con ceneri volanti conformi alla norma EN 450 o con fumo di silice conforme alla norma UNI EN 13263.

Classe

Si prevede l'utilizzo di cemento di classe 42,5.

Nota: È comunque ammesso l'impiego di cemento della classe 32,5 per spessori particolarmente rilevanti e/o in presenza di particolari condizioni atmosferiche.

Provenienza

Per l'intera fornitura il Fornitore deve assicurare l'invariabilità del tipo e dalla classe del cemento nonché dell'impianto di produzione di provenienza. Se, per cause di forza maggiore, il Fornitore di calcestruzzo fosse costretto ad approvvigionarsi da un diverso impianto, deve darne sollecita comunicazione scritta all'Affidatario del pavimento con il quale concorderà le azioni da intraprendere.

Aggregati

Gli aggregati devono essere marcati CE in conformità alla norma UNI EN 12620 e devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI 8520-1 e -2; la marcatura CE deve essere attestata da un Organismo notificato (livello 2+ di attestazione).

Caratteristiche fisico chimiche

In particolare devono essere accertate e rispettate le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

Caratteristica	Limite	Note	Metodi di prova
Contenuto di contaminanti leggeri	A.f. £ 0,125% A.g. £ 0,025%		UNI EN 1744-1 punto 14.2.2
Aggregati reattivi	Espansione. Prova accelerata £ 0,1% £ 0,05% a 3 mesi £ 0,1% a 6 mesi		UNI 8520-22
Assorbimento dell'aggregato grosso oppure resistenza al gelo dell'aggregato grosso	£ 1% £ F2 o £ MS25	Solo per classe di esposizione XF	UNI EN 1097-6:2008 UNI EN 1367-1 UNI EN 1367-2

Articolo 2.2.1.15 Prodotti per impermeabilizzazioni

1. Per prodotti per impermeabilizzazioni e coperture piane si intendono quelli che si presentano sotto forma di:

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

Le *membrane* si designano descrittivamente in base:

- al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);

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

I *prodotti forniti in contenitori* si designano descrittivamente come segue:

mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;

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

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2. Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza od a loro completamento, alle prescrizioni di seguito dettagliate.

a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 9380 per quanto concerne:

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

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Le membrane rispondenti alle varie prescrizioni della norma UNI 8629 in riferimento alle caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 9168 per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

c) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 9168 per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 8629 (varie parti) per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 8629 (varie parti) per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;

- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3. Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri, elencate nel seguente punto a), sono utilizzate per l'impermeabilizzazione nei casi di cui al punto b) e devono rispondere alle prescrizioni elencate al successivo punto c).

Detti prodotti vengono considerati al momento della loro fornitura. Per le modalità di posa si rimanda gli articoli relativi alla posa in opera.

a) Tipi di membrane:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura;
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate;

b) Classi di utilizzo:

Classe A - membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.)

Classe B - membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.)

Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.)

Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce

Classe E - membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.)

Classe F - membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

Articolo 2.2.1.15.1 Pacchetto impermeabilizzazione copertura capannoni

Impermeabilizzazione della copertura in pendenza, eseguita con lamiera gregata profilo 40 spessore 6/1 O.

complete di colmi, fissaggi e sovrapposizioni; posati sulla struttura in pendenza pendenza tramite orditura longitudinale costituita da listelli in abete applicati sulle coppelle di copertura. Isolamento termico realizzato con materassino di lana di vetro dello spessore nominale di cm.5 densità 10 Kg. Impermeabilizzazione Canali di gronda con guaina poliestere da mm.4., compreso bocchettoni, discendenti e scossaline in lamiera prev. di testata.

Articolo 2.2.1.15.2 Geomembrana in HDPE

Le geomembrane in HDPE dovranno essere prodotte con polimero base vergine di polietilene ad alta densità non rigenerato (non sarà ammissibile l'impiego di polimero base in LDPE) e dovranno avere un

contenuto minimo di nerofumo pari al 2%. Nella tabella che segue vengono inoltre riportati alcuni parametri minimi a cui le geomembrane dovranno rispondere.

Parametro	Metodo di test	Valore
Massa volumetrica	UNI EN ISO 1183-1:2013	$> 0,942 \text{ g/cm}^3$
Melt Flow Index (M.F.I.)	UNI EN ISO 1133:2012 (5 kg a 190°C)	$\leq 1,15 \text{ g/10 min}$
Spessore	UNI EN 1849-2:2010	2,5 mm
Carico a snervamento ed a rottura	UNI EN ISO 527-2:2012	$> 15 \text{ N/mm}^2$
Allungamento a snervamento		$\geq 9 \%$
Allungamento a rottura		$\geq 400 \%$
Resistenza alla lacerazione	ISO 34-1:2015	$\geq 280 \text{ N}$
Resistenza al punzonamento statico (CBR)	UNI EN ISO 12236:2006	$\geq 6.000 \text{ N}$
Stabilità dimensionale	UNI EN ISO 14632:2001 (100 °C, 1 h)	$\pm 1,5 \%$

Il produttore deve avere attivato un sistema di controllo della qualità aziendale per la produzione della geomembrana in stabilimento. L'impresa installatrice, prima di fare entrare il materiale in cantiere, dovrà presentare alla D.L. un "programma di controllo qualità" comprendente tra l'altro:

- il tipo e la frequenza dei test di laboratorio da effettuare sui rotoli di geomembrana in stabilimento;
- il tipo e la frequenza dei test di laboratorio da effettuare sui rotoli di geomembrana in cantiere;
- il tipo e la frequenza dei test da effettuare sulle saldature;
- le procedure adottate per il trasporto, lo stoccaggio, la movimentazione in cantiere e la posa in opera della geomembrana;
- il contenuto delle certificazioni e delle garanzie da fornire alla D.L.

Ogni rotolo di geomembrana fornito dovrà essere testato risultandone i valori delle voci di seguito indicate certificati dalla ditta fornitrice:

- nome del produttore;
- il tipo di prodotto, il numero di matricola del rotolo ed il lotto di produzione;
- la tensione di snervamento e di rottura (UNI EN ISO 527-2:2012);
- la deformazione a snervamento e rottura (UNI EN ISO 527-2:2012);
- la resistenza al punzonamento (UNI EN ISO 12236:2006).

Per ogni singolo rotolo (identificato con un numero di matricola), inoltre, dovranno essere forniti i relativi certificati di controllo di qualità, riportanti i risultati dei test eseguiti sul rotolo e sul granulo, nonché la dichiarazione di conformità del produttore della membrana attestante la quantità, il tipo e le caratteristiche del materiale, la data e il luogo di consegna.

La saldatura dei teli dovrà avvenire in conformità alle norme UNI 10567:2011.

I sistemi di saldatura utilizzabili, che devono fornire tutte le garanzie per una corretta esecuzione del lavoro, saranno:

- saldatura "ad estrusione" (da utilizzarsi esclusivamente per riparazioni, raccordi, pareti verticali, etc.): tali saldature verranno eseguite all'asciutto e a temperatura superiore a +15 °C, previa molatura delle superfici da saldare;
- brevi tratti di saldatura possono essere eseguiti riportando un cordone dello stesso polimero fuso sopra i lembi da saldare previa presaldatura con aria calda e molatura delle superfici da saldare; saldatura "a doppia pista a cuneo caldo": consiste nel portare a fusione mediante cuneo caldo i lembi sovrapposti lasciando un canale intermedio per eseguire la prova a pressione; il giunto deve avere le seguenti dimensioni minime:

- larghezza della saldatura non inferiore a 40 mm,
- larghezza del canale di pista non inferiore a 13 mm,
- larghezza di ciascuna pista non inferiore a 13 mm.

Tutte le saldature saranno sottoposte a collaudo del tipo distruttivo o non distruttivo. Il collaudo distruttivo viene eseguito a campione ogni 300 m di saldatura e su campioni prelevati giornalmente all'inizio dei lavori. I controlli verranno effettuati mediante la prova di sfogliamento eseguibile in cantiere e saranno considerate positive se si verifica lo snervamento del lembo senza il distacco della saldatura. Il collaudo non distruttivo viene eseguito sul 100% delle saldature a doppia pista mediante aria compressa nel canale di prova, alle seguenti pressioni dipendenti dalla temperatura del telo:

Temperatura manto [°C]	Pressione [bar]
+ 5 ÷ + 20	5
+ 20 ÷ + 35	4
+ 35 ÷ + 50	3

La pressione d'aria viene mantenuta per 10 minuti ammettendo una caduta massima di pressione del 20%. La pressione va misurata con un manometro montato all'estremità del canale opposta a quella d'ingresso dell'aria compressa.

Articolo 2.2.1.15.3 Geotessili

Per assolvere alle funzioni di protezione dello strato impermeabile e di separazione dagli strati sovrastanti, verranno impiegati geotessili non tessuti, costituiti da fibre di polietilene ad alta densità o di polipropilene, in fiocco, unite mediante agugliatura meccanica e termofissazione, con esclusione di collanti o leganti chimici. Il geotessile dovrà in ogni caso possedere buone caratteristiche di durezza e compatibilità chimica, oltre che di resistenza meccanica.

Le caratteristiche tecniche dovranno corrispondere a quelle previste dalla norma UNI EN 13257:2016 che prevede i seguenti requisiti minimi:

Parametro	Tipologia di prodotto			Normativa di riferimento
Materiale	Polipropilene			
Massa areica	600 gr/m ²	800 gr/m ²	1.200 gr/m ²	UNI EN ISO 9864:2005; ASTM D5261-10
Resistenza a trazione longitudinale	> 38 kN/m	> 47 kN/m	> 60 kN/m	UNI EN ISO 10319:2015; ASTM D6768/ D6768M-04(2015)e2
Deformazione a carico massimo longitudinale	> 80 %	> 85 %	> 90 %	
Resistenza a trazione trasversale	> 38 kN/m	> 47 kN/m	> 60 kN/m	
Deformazione a carico massimo longitudinale	> 80 %	> 85 %	> 90 %	
Resistenza a punzonamento statico (CBR)	> 7.000 N	> 9.000 N	> 11.000 N	UNI EN ISO 12236:2006
Resistenza a punzonamento dinamico	< 5 mm	0	0	EN ISO 13433:2006
Durabilità	> 1 mese	> 1 mese	> 1 mese	UNI EN 12224:2001

Articolo 2.2.1.15.4 Geodrenanti

I geocompositi drenanti sono prodotti prefabbricati costituiti da una struttura polimerica tridimensionale (georete), in HDPE, che costituisce il nucleo del geocomposito e funge da veicolo delle acque filtrate, racchiusa da due strati di geotessile filtrante con la funzione di far passare le acque fino al nucleo drenante, impedendo il dilavamento della componente fine del terreno e mantenendo l'efficacia drenante nel tempo. Per una verifica delle caratteristiche tecniche si può fare riferimento ai seguenti valori:

Parametro		Metodo di test	Valore
Massa areica		ASTM D5261-10; UNI EN 9864:2005	> 1.000 g/cm ²
Spessore	a 2 kPa	UNI EN 9863 – 2:1998	> 6,0 mm
	a 20 kPa		> 5,5 mm
Resistenza a trazione longitudinale		UNI EN ISO 10319:2015	> 20 kN/m
Deformazione a carico massimo longitudinale			> 50 %
Trasmissività longitudinale		ASTM D4716/ D4716M-14	> 1x10 ⁻³ m ² /s

I geocompositi drenanti dovranno inoltre possedere: inerzia chimica totale, imputrescibilità, inattaccabilità da parte di roditori e microrganismi, insensibilità agli agenti atmosferici e all'acqua salmastra, stabilità ai raggi ultravioletti ottenuta mediante additivi quantitativi di nerofumo.

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama)
- non-tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati fra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non-tessuti ottenuti da fiocco e da filamento continuo.

Quando non è specificato nel progetto, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza $\pm 1\%$;
- spessore $\pm 3\%$.

I valori relativi a:

- resistenza a trazione;
- resistenza a lacerazione;
- resistenza a perforazione con la sfera;
- assorbimento dei liquidi;
- indice di imbibizione;
- variazione dimensionale a caldo;
- permeabilità all'aria;

dovranno essere conformi ai valori prescritti di norma. Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quanto il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità.

Per i metodi di controllo si farà riferimento alle norme UNI 8279 punti 1,3,4,12,13,17; UNI 8986 e CNR B.U. n° 110, 111 in quanto applicabili.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i non-tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituite da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Articolo 2.2.1.15.5 Guaina antiradice

Si prescrive una specifica capacità di resistere all'azione di penetrazione meccanica e disgregatrice delle radici, dei microrganismi e dei batteri viventi nel terreno della vegetazione di qualsiasi specie, conferita da sostanze biostabilizzatrici presenti nella miscela del componente principale della guaina stessa. Per quanto riguarda il componente principale il Direttore dei Lavori potrà prescrivere uno dei seguenti:

-guaina in PVC plastificato in monostrato, armato con velo di vetro e spalmato sulle due facce del velo stesso;

-guaina multistrato di bitume polipropilene su supporto di non-tessuto in poliestere da filo continuo. Inoltre risponderanno alle norme UNI 13948:2007

Articolo 2.2.1.15.6 Sigillanti e adesivi

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UN 17.1

Articolo 2.2.1.15.7 Sigillanti

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc.

Oltre a quanto specificato nei documenti progettuali si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle suddette prescrizioni si intende comprovato quanto il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione Lavori.

Articolo 2.2.1.15.8 Adesivi

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente

ed alla destinazione d'uso. Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per i diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.). Sono invece esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoisometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle suddette prescrizioni si intende comprovato quanto il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione Lavori.

Articolo 2.2.1.16 Prodotti di vetro (lastre, profilati ad U e vetri pressati)

Per prodotti di vetro s'intendono quelli ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate per le varie tipologie ai commi successivi. Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alle norme UNI vigenti, di seguito indicate per le varie tipologie.

Articolo 2.2.1.16.1 Vetri piani grezzi

I *vetri piani grezzi* sono quelli colati e laminati grezzi ed anche cristalli grezzi traslucidi, incolori, cosiddetti bianchi, eventualmente armati. Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572 ("Vetro per edilizia") che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Articolo 2.2.1.16.2 Vetri piani lucidi

I *vetri piani lucidi* tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate non avendo subito lavorazioni di superficie. Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Articolo 2.2.1.16.3 Vetri piani trasparenti float

I *vetri piani trasparenti float* sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso. Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572-2 che considera anche la modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Articolo 2.2.1.16.4 Vetri temprati

I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti. Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati. Le loro dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 1279-1:2004 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Articolo 2.2.1.16.5 Vetri stratificati

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie. Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti. Essi si dividono in base alla loro resistenza, alle sollecitazioni meccaniche come segue:

- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

Le dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Articolo 2.2.1.17 Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili)

1. I prodotti sigillanti, adesivi e geotessili, di seguito descritti, sono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

2. Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire, in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc... Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti devono rispondere alla classificazione ed ai requisiti di cui alla norma UNI ISO 11600 nonché alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza - deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intesa come decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche tale da non pregiudicare la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI EN ISO 9047, UNI EN ISO 10563, UNI EN ISO 10590, UNI EN ISO 10591, UNI EN ISO 11431, UNI EN ISO 11432, UNI EN ISO 7389, UNI EN ISO 7390, UNI EN ISO 8339, UNI EN ISO 8340, UNI EN 28394, UNI EN ISO 9046, UNI EN 29048 e/o in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3. Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un elemento ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla

destinazione d'uso. Sono inclusi in detta categoria gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.). Sono invece esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti. Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, gli adesivi devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intesa come decadimento delle caratteristiche meccaniche tale da non pregiudicare la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico - fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde alle seguenti norme UNI:

- UNI EN 1372, UNI EN 1373, UNI EN 1841, UNI EN 1902, UNI EN 1903, in caso di adesivi per rivestimenti di pavimentazioni e di pareti;
- UNI EN 1323, UNI EN 1324, UNI EN 1346, UNI EN 1347, UNI EN 1348, in caso di adesivi per piastrelle;
- UNI EN 1799 in caso di adesivi per strutture di calcestruzzo.

In alternativa e/o in aggiunta soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

4. Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione, contenimento, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture. Si distinguono in:

- tessuti (UNI sperimentale 8986): stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- non tessuti (UNI 8279): feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

(Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi).

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: $\pm 1\%$;
- spessore: $\pm 3\%$;
- resistenza a trazione (non tessuti: UNI 8279-4);
- resistenza a lacerazione (non tessuti: UNI EN 29073-4; tessuti 7275);
- resistenza a perforazione con la sfera(non tessuti: UNI 8279-11; tessuti: UNI 5421);
- assorbimento dei liquidi.....(non tessuti: UNI EN ISO 9073-6);
- ascensione capillare..... (non tessuti: UNI EN ISO 9073-6);
- variazione dimensionale a caldo.....(non tessuti: UNI 8279-12);
- permeabilità all'aria.....(non tessuti: UNI 8279-3);

Nota per il compilatore: eliminare le caratteristiche superflue e/o completare l'elenco, indicando i valori di accettazione ed i metodi di controllo facendo riferimento anche alle norme CNR B.U. vigenti.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde alle norme UNI sopra indicate e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc...).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Articolo 2.2.1.18 Infissi

1. Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno. Detta categoria comprende: elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili). Gli stessi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2. Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, nelle dimensioni e con i materiali indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) queste devono comunque, nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.), resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti e garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento. Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico e acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc... Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo. Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- mediante il controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro, gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante il controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti (in particolare trattamenti protettivi di legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc...)
- mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua e all'aria, resistenza agli urti, ecc. (comma 3 del presente articolo, punto b); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti (comma 3).

3. I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) devono essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate), questi devono comunque essere realizzati in modo tale da resistere, nel loro insieme, alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e da contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; le funzioni predette devono essere mantenute nel tempo.

a. Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti;
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, e degli accessori;
- il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

b. Il Direttore dei Lavori potrà, altresì, procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche od in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

1) Finestre:

- rispondenti ai requisiti per il raggiungimento della Classe II della UNI 11367 dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurate rispettivamente secondo le norme UNI EN 1027 – UNI EN 12208; UNI EN 1026 – UNI EN 12207 e UNI EN 12210/1), in ogni caso dovranno rispettare quanto previsto negli elaborati di progetto per requisiti termici ed energetici;
- resistenza meccanica (secondo la norma UNI EN 107-1983);

2) Porte interne:

- Porte in legno tamburate laccate bianche RAL 9010, tipo standard e fuori standard, con struttura cellulare interna a nido d'ape con maglia esagonale, intelaiatura perimetrale in legno di Abete e pannelli fibrolegnosi di spessore 3,2 mm, battente con spalla, completa di mostre da mm 10x70, telaio ad imbotte fino mm 110 con guarnizione di battuta in gomma antirumore, le cerniere anuba in acciaio da mm 14; la serratura; la maniglia in alluminio anodizzato

3) Porte esterne:

- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo le norme UNI EN 1027 e UNI EN 12208; UNI EN 1026 e UNI EN 12210);
- resistenza all'antintrusione (secondo la norma UNI 9569) classe 3

4. Per i serramenti esterni del Fabbricato Uffici e Spogliatoi dovranno essere comunque garantite le caratteristiche tecnico prestazionali indicate nell'elaborato tecnico specialistico "Fabbricato Uffici e Spogliatoi: Relazione Energetica ex Legge 10/91", vetrate basso emissivo, acustico (lastra PVB) e quanto riportato all'Articolo 2.2.1.23 punto 5.

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante devono essere realizzati nella forma, nelle dimensioni e con il materiale indicati nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni o in caso di prescrizioni insufficienti, lo schermo deve comunque resistere, nel suo insieme, alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici, mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

a. Il Direttore dei Lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e dei loro rivestimenti;
- il controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra;
- la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.

b. Il Direttore dei Lavori potrà, altresì, procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione. Per quanto concerne requisiti e prove è comunque possibile fare riferimento alla norma UNI 8772.

Le prestazioni tecniche dei serramenti, inclusi vetri, dovranno rispettare e verificare i requisiti di cui al Titolo 1.2 e Titolo 1.3 art.1.3.10.

Articolo 2.2.1.18.1 Porte e portoni omologati EI

Il serramento omologato EI deve essere installato seguendo le specifiche indicazioni riportate nel certificato di prova che, assieme all'omologazione del Ministero dell'Interno, alla dichiarazione della casa produttrice di conformità al prototipo approvato e alla copia della bolla di consegna presso il cantiere, dovrà accompagnare ogni serramento.

La ditta installatrice dovrà inoltre fornire una dichiarazione che attesti che il serramento è stato installato come specificato nel certificato di prova.

Articolo 2.2.1.18.2 Porte scorrevoli

Per motivi progettuali ovvero funzionali allo spazio disponibile è sempre più frequente il caso di soluzioni con porte scorrevoli. Al pari di altri tipi di serramenti, anche questi dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni esecutivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate) si intenderà comunque, nel loro insieme, una realizzazione conforme alle indicazioni previste dalla norma UNI EN 1628 in materia di resistenza alle sollecitazioni e alla UNI EN 12046-2 per le forze di manovra indicate.

Le porte scorrevoli potranno essere:

- interne (o a scomparsa)
- esterne rispetto al muro.

Articolo 2.2.1.18.3 Porte scorrevoli interne

Le porte scorrevoli "interne" (o a scomparsa), quando aperte, saranno allocate completamente all'interno della parete che le ospita. Le ante di tali porte potranno essere previste con una o più ante. Nel caso di porte scorrevoli a due ante sarà previsto un sistema a scorrimento con due controtelai, o cassettoni più piccoli rispetto all'apertura, posti ai lati. Il controtelaio potrà essere posto su un unico lato e largo abbastanza da alloggiare le due ante parallele che scorreranno contrapposte e si eclisseranno nello stesso vano.

Articolo 2.2.1.18.4 Caratteristiche del controtelaio

La struttura del controtelaio o cassonetto sarà in acciaio zincato, di spessore idoneo sia nei fianchi che nei profili posteriore e di fondo. Il fianco del cassonetto sarà realizzato in un unico pezzo di lamiera e presenterà delle grecature per conferire una maggiore rigidità alla struttura. Una rete metallica, che completerà il fianco, sarà prevista in acciaio zincato e fissata al fianco mediante graffette consentendo così l'ancoraggio diretto dello strato d'intonaco finale. Si avrà cura inoltre, di prevedere una rete a maglia fine in fibra di vetro che, posta nella parte di giunzione tra cassonetto e laterizio, fungerà da protezione per possibili fessurazioni dell'intonaco.

Nel caso di parete da realizzare in cartongesso, dovrà essere previsto un controtelaio con profili orizzontali in acciaio zincato atti sia a rinforzare la struttura che a facilitare l'applicazione e il fissaggio delle lastre di cartongesso.

Il sistema di scorrimento sarà composto da un profilo guida in alluminio, o altro materiale equivalente, e sarà fissato in modo stabile, corredato da carrelli con cuscinetti dalla portata (in kg) superiore al peso della porta da sostenere.

Articolo 2.2.1.19 Rivestimenti e opere in pietra

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti si distinguono:

- a seconda del loro stato fisico in:
 - rigidi (rivestimenti in pietra - ceramica - vetro - alluminio - gesso - ecc.);
 - flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
 - fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.).

- a seconda della loro collocazione:
 - per esterno;
 - per interno.
- a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:
 - di fondo;
 - intermedi;
 - di finitura.

Tutti i prodotti di cui ai commi successivi sono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Articolo 2.2.1.19.1 Piastrelle e pietra

- a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto prescritto dalla norma UNI EN ISO 10545;
- b) Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali. Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

Articolo 2.2.1.19.2 Metallo e plastica

- c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto.
- Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI già richiamate in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori.
 - Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.
 - Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza all'usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.
 - La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.
- d) Per le lastre di cartongesso si rinvia all'art. del presente Capitolato Speciale "Prodotti per pareti esterne e partizioni interne".
- e) Per le lastre di fibrocemento si rimanda alle prescrizioni date nell'art. del presente Capitolato Speciale "Prodotti per coperture discontinue".
- f) Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'art. del presente Capitolato Speciale su prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Nota: in via orientativa valgono le prescrizioni della norma UNI 8981, varie parti.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio ed aggancio.

Articolo 2.2.1.19.3 Prodotti fluidi o in pasta

- a) Intonaci: gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce - cemento - gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti. Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'antincendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

b) Prodotti vernicianti: i prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie. Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I dati si intendono presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

Articolo 2.2.1.20 Isolamento termico

Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire, in forma sensibile, il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati. Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia agli articoli relativi alle parti dell'edificio o impianti. Detti materiali sono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche si intende che la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sia quella indicata nelle norme UNI EN 822, UNI EN 823, UNI EN 824, UNI EN 825 ed in loro mancanza quelli della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

I materiali isolanti sono così classificati:

I materiali fabbricati in stabilimento (blocchi, pannelli, lastre, feltri ecc.):

a) materiali cellulari

- composizione chimica organica: plastici alveolari;
- composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
- composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.

b) materiali fibrosi

- composizione chimica organica: fibre di legno;
- composizione chimica inorganica: fibre minerali.

c) materiali compatti

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: agglomerati di legno.

d) combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: composti «fibre minerali - perlite», amianto cemento, calcestruzzi leggeri;
- composizione chimica mista: composti perlite – fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene.

e) materiali multistrato

- composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;
- composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
- composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

2.2. Materiali iniettati, stampati o applicati in sito mediante spruzzatura:

a) materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: schiume poliuretaniche, schiume di urea - formaldeide;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.

b) materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.

c) materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: asfalto.

d) combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
- composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.

e) materiali alla rinfusa

- composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;
- composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
- composizione chimica mista: perlite bitumata.

Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- a) dimensioni: lunghezza - larghezza (UNI 822), valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- b) spessore (UNI 823): valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- c) massa volumica apparente (UNI EN 1602): deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- d) resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alla legge 9 gennaio 1991 n. 10) ed espressi secondo i criteri indicati nella norma UNI EN 12831:2006 e UNI/TS 11300;
- e) saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto le seguenti caratteristiche:
 - reazione o comportamento al fuoco;
 - limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
 - compatibilità chimico - fisica con altri materiali.

4. Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le caratteristiche di cui sopra, riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il Direttore dei Lavori può, altresì, attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc... significativi dello strato eseguito.

5. Entrambe le categorie di materiali isolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, tra quelle della seguente tabella, in relazione alla loro destinazione d'uso: pareti, parete controterra, copertura a falda, copertura piana, controsoffittatura su porticati, pavimenti, ecc.

I pannelli coibenti in polistirene espanso in lastre per le pareti verticali dovranno avere valori di λ (W/mk) pari o migliore a 0,036, pari o migliore a 0,022 per la copertura. Si rimanda alle schede stratigrafiche specialistiche degli elaborati progettuali (Fabbricato servizi relazione tecnica ex.art.20 l.10/91).

Se non vengono prescritti valori per alcune caratteristiche si intende che la Direzione dei Lavori accetta quelli proposti dal fornitore; i metodi di controllo sono quelli definiti nelle norme UNI. Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

Articolo 2.2.1.21 Pareti esterne e partizioni interne

Si definiscono prodotti per pareti esterne e partizioni interne quelli utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio. Detti prodotti sono di seguito considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. In caso di contestazione, la procedura di prelievo dei campioni e le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI (pareti perimetrali: UNI 8369, UNI 7959, UNI 8979, UNI EN 12865 - partizioni interne: UNI 7960, UNI 8087, UNI 10700, UNI 10820, UNI 11004) e, in mancanza di questi, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

Articolo 2.2.1.21.1 Pareti tamponamento Capannoni

Pareti di tamponamento prefabbricate in c.a.v. spessore cm 20, modulo verticale/orizzontale da cm 250. Armate con rete elettrosaldata ed armatura aggiuntiva 8450C, costituite da due solette (interna ed

esterna) dello spessore non inferiore a cm 4 con interposto strato coibente di polistirolo, collegate mediante nervature. Complete di giunti maschio-femmina per un corretto collegamento. Misurazione vuoto per pieno con eventuali sovrapprezzi per misure extramodulo, formazione fori per porte e finestre, rastremature, decorazioni o quanto altro non previsto. Finitura esterna liscia fondocassero, finitura interna staggiata a mano, colore grigio cemento.

Chiusura dei giunti esterni dei pannelli di tamponamento eseguita mediante l'utilizzo di appositi mastici su supporto idoneo.

Articolo 2.2.1.21.2 Pareti tamponamento fabbricato uffici

I tamponamenti del fabbricato uffici dovranno rispettare la seguente stratigrafia come indicata negli elaborati tecnici di progetto

Stratigrafia della tamponatura con finitura a faccia vista	
	Spessore (mm)
Blocco laterizio tipo LecaBlock Faccia Vista	80
XPS estruso (100+30)	130
Blocco laterizio termico	250
Intonaco e finitura interna	20
Spessore totale	480

Mentre in presenza di ponte termico da pilastro in c.a.

Stratigrafia della tamponatura (in presenza di ponte termico)	
	Spessore (mm)
Blocco laterizio LecaBlock Faccia Vista	80
XPS estruso	30
Pilastro	350
Intonaco e finitura esterna	20
Spessore totale	480

2.2.1.21.1 Partizioni interne

Fabbricato Uffici

La tramezzatura interna sarà in laterizio forato da 8 cm rivestito da intonaco traversato e finito con tinteggiatura, mentre in rivestimento ceramico negli ambienti umidi o sanitari fino ad altezza controsoffitto, mentre per la zona infermeria e solo per la zona di visita sarà posato per un'altezza di 2,2m da pavimento.

Lo spessore finito dei tramezzi sarà di 12 cm.

Articolo 2.2.1.22 Prodotti per assorbimento acustico

1. Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa (UNI EN ISO 11654: "Acustica. Assorbitori acustici per l'edilizia. Valutazione dell'assorbimento acustico").

2. Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore. I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi

- Minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);
- Vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).

b) Materiali cellulari

- Minerali:
 - calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
 - laterizi alveolari;
 - prodotti a base di tufo.
- Sintetici:
 - poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);
 - polipropilene a celle aperte.

3. Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, devono essere dichiarate le seguenti caratteristiche fondamentali:

- a) lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- b) spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- c) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione Tecnica;
- d) coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN ISO 354, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria;
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico - fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

4. Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei Lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

5. Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, controsoffittature, pavimenti, ecc...) ed a quanto previsto nella relazione di verifica preventiva dei requisiti acustici passivi della palazzina uffici e spogliatoi.

Se i valori non vengono prescritti valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

Articolo 2.2.1.23 Prodotti per isolamento acustico

1. Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia possiedono proprietà fonoisolanti. Per i materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica; nel caso, invece, di sistemi edilizi compositi, formati cioè da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante dipende, oltre che dalla loro massa areica, anche dal numero e dalla qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento nonché dalla eventuale presenza di intercapedine d'aria.

2. Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, devono essere dichiarate le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettata dalla Direzione dei Lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettata dalla Direzione dei Lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettata dalla Direzione Tecnica;
- potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN ISO 140-3, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico - fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

3. Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei Lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

4. Entrambe le categorie di materiali fonoisolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, in relazione alla loro destinazione d'uso.

5. I serramenti esterni da installare nel Fabbricato servizi dovranno avere un abbattimento acustico complessivo di 41dB.

6. Dovranno comunque essere garantiti i requisiti tecnico prestazionali di cui agli elaborati specialistici per la verifica dei requisiti acustici passivi: 3.1.2-23008-OW-C-31-RT-005-CC0-0-Fabbricato servizi relazione acustica.

Articolo 2.2.1.24 Prodotti con particolari requisiti di reazione al fuoco

Quando la condizione di uso finale di un prodotto da costruzione è tale da contribuire alla generazione e alla propagazione del fuoco e del fumo all'interno del locale d'origine (oppure in un'area definita), il prodotto viene classificato in base alla sua reazione al fuoco, secondo il **DM 10/03/2005 e il DM 25/10/2007**. Si fa riferimento al progetto alla definizione di tali elementi.

E' obbligo dell'impresa fornire al direttore dei lavori la documentazione provante i requisiti dei prodotti installati.

Per i prodotti muniti di marcatura CE la classe di reazione al fuoco e' riportata nelle informazioni che accompagnano la marcatura CE e nella documentazione di cui all'art. 10 del decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, e successive modifiche.

Per i prodotti per i quali non e' applicata la procedura ai fini della marcatura CE - in assenza di specificazioni tecniche o in applicazione volontaria delle procedure nazionali durante il periodo di coesistenza - l'impiego nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi e' subordinato all'omologazione rilasciata ai sensi dell'art. 8 del decreto del Ministro dell'interno 26 giugno 1984 e successive modifiche, ovvero alle certificazioni emesse ai sensi dell'art. 10 del decreto medesimo. Il rilascio dell'atto di omologazione e degli atti connessi, così come per gli altri prodotti regolamentati dal decreto del Ministro dell'interno, rientra tra i servizi a pagamento previsti dalla legge 26 luglio 1965, n. 966, e successive modifiche. Al termine del periodo di coesistenza definito dalla Commissione dell'Unione europea, detta omologazione rimane valida, solo per i prodotti già immessi sul mercato entro tale termine, ai fini dell'impiego, nell'attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, entro la data di scadenza dell'omologazione stessa.

2.2.1.1 Classi di reazione al fuoco

Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione (ad eccezione dei pavimenti, dei prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico, dei cavi elettrici)

- A1
- A2
- B
- C

- D
- E

Esiste inoltre una classificazione aggiuntiva riguardante la produzione di fumo e gocce/particelle aderenti

$s_1 = \text{SMOGR} \leq 30 \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ e $\text{TSP}_{600\text{S}} \leq 50 \text{m}^2$; $s_2 = \text{SMOGR} \leq 180 \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ e $\text{TSP}_{600\text{S}} \leq 200 \text{m}^2$; $s_3 =$ non s_1 o s_2 .

(6) d_0 = assenza di gocce/particelle ardenti in EN 13823 (SBI) entro 600s; d_1 = assenza di gocce/particelle ardenti di durata superiore a 10s in EN 13823 (SBI) entro 600s; d_2 = non d_0 o d_1 ; la combustione della carta in EN ISO 11925-2 dà luogo a una classificazione in d_2 .

2.2.1.1.1 Classi di reazione al fuoco per i pavimenti

- A1FL
- A2FL
- BFL
- CFL
- DFL
- EFL

Esiste inoltre una classificazione aggiuntiva riguardante la produzione di fumo:

$s_1 = \text{Fumo} \leq 750 \% \cdot \text{min}$; $s_2 =$ non s_1 .

Di seguito un estratto del DM 15 marzo 2015 con la conversione delle classi italiane di reazione al fuoco con quelle europee.

Laddove per i prodotti sono prescritte caratteristiche di incombustibilità ovvero è richiesta la classe 0 (zero) di reazione al fuoco, sono utilizzati prodotti di classe (A1) per impiego a parete e a soffitto, di classe (A1FL) per impiego a pavimento e di classe (A1L) per l'isolamento di installazioni tecniche a prevalente sviluppo lineare.

2.2.1.1.2 Impiego a pavimento

	Classe Italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A _{FL} -s ₁), (A _{FL} -s ₂), (B _{FL} -s ₁), (B _{FL} -s ₂)
II	Classe	(C _{FL} -s ₁), (C _{FL} -s ₂)
III	Classe	(D _{FL} -s ₁), (D _{FL} -s ₂)

2.2.1.1.3 Impiego a parete

	Classe Italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A ₂ -s ₁ ,d ₀), (A ₂ -s ₂ ,d ₀), (A ₂ -s ₃ ,d ₀), (A ₂ -s ₁ ,d ₁), (A ₂ -s ₂ ,d ₁), (A ₂ -s ₃ ,d ₁), (B ₂ -s ₁ ,d ₀), (B ₂ -s ₂ ,d ₀), (B ₂ -s ₁ ,d ₁), (B ₂ -s ₂ ,d ₁)
II	Classe	(A ₂ -s ₁ ,d ₂), (A ₂ -s ₂ ,d ₂), (A ₂ -s ₃ ,d ₂), (B ₂ -s ₃ ,d ₀), (B ₂ -s ₃ ,d ₁), (B ₂ -s ₁ ,d ₂), (B ₂ -s ₂ ,d ₂), (B ₂ -s ₃ ,d ₂), (C ₂ -s ₁ ,d ₀), (C ₂ -s ₂ ,d ₀), (C ₂ -s ₁ ,d ₁), (C ₂ -s ₂ ,d ₁)
III	Classe	(C ₂ -s ₃ ,d ₀), (C ₂ -s ₃ ,d ₁), (C ₂ -s ₁ ,d ₂), (C ₂ -s ₂ ,d ₂), (C ₂ -s ₃ ,d ₂), (D ₂ -s ₁ ,d ₀), (D ₂ -s ₂ ,d ₀), (D ₂ -s ₁ ,d ₁), (D ₂ -s ₂ ,d ₁)

2.2.1.1.4 Impiego a soffitto

	Classe Italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0)
II	Classe	(B-s3,d0), (B-s1,d1), (B-s2,d1), (B-s3,d1), (C-s1,d0), (C-s2,d0)
III	Classe	(C-s3,d0) (C-s1,d1), (C-s2,d1), (C-s3,d1), (D-s1,d0), (D-s2,d0)

Articolo 2.2.1.25 Prodotti per la pulizia dei materiali

Pulire i materiali significa scegliere quella tecnica la cui azione, calibrata alla reattività ed alla consistenza del litotipo, non comporti alcuno stress chimico-meccanico su materiali già degradati e, quindi, facili a deperirsi maggiormente.

L'intervento di pulitura dovrà eseguirsi dall'alto verso il basso, dopo aver protetto le zone circostanti non interessate e deve poter essere interrotto in qualsiasi momento.

Pulizia dei materiali

La pulitura consiste in una serie di operazioni per rimuovere dalla superficie di un materiale le sostanze estranee, patogene generatrici di degrado, che si avvale di metodi fisici e/o chimici da impiegare con gradualità e intensità diversa in rapporto al tipo di sostanza che si intende eliminare.

All'Appaltatore sarà, quindi, vietato effettuare qualsiasi tipo di operazione e l'utilizzo di prodotti, anche prescritti, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della Direzione dei Lavori.

In ogni caso ciascun intervento di pulitura dovrà esclusivamente preoccuparsi di eliminare tutte quelle forme patologiche in grado di generare degrado al manufatto.

Inoltre, dal momento che nella maggior parte dei casi si interviene su materiale già degradato, il trattamento di pulitura deve essere attentamente calibrato: non deve provocare un ulteriore indebolimento, a livello micro o macroscopico, esercitando un'azione troppo incisiva; non deve asportare frammenti indeboliti, decoesi o esfoliati; non deve attivare sostanze che possono risultare dannose; deve arrestarsi, per proseguire con altre tecniche, qualora l'asportazione dei depositi possa compromettere l'integrità del materiale.

Le tecniche più utilizzate sono:**Pulizia con getti d'acqua a pressione**

Risulta particolarmente indicata per le rimozioni di croste anche molto spesse grazie all'azione meccanica della pressione che aumenta la capacità solvente dell'acqua. L'Appaltatore inizierà la pulizia dall'alto impiegando una pressione di 2-4 Atm in modo da sfruttare i percolamenti per riammorbidire le parti sottostanti. La durata dei lavori dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle croste. L'Appaltatore dovrà evitare di prolungare questo tipo di trattamento su superfici che si presentano diffusamente fessurate o costituite da materiali porosi.

Sabbature

La sabbatura dovrà essere effettuata solo su superfici sane e compatte mediante macchine che utilizzino sabbie silicee molto sottili. L'Appaltatore non dovrà assolutamente adoperarle su superfici friabili o particolarmente degradate. Su richiesta, l'Appaltatore potrà anche impiegare speciali idro-sabbiatrici fornite di serbatoi atti al contenimento della sabbia e dell'acqua ed alla calibratura di solventi chimici adatti ad incrementare l'azione abrasiva.

L'Appaltatore potrà utilizzare un normale compressore ed una pistola a spruzzo collegati ad un recipiente pieno di sabbia fine miscelata con acqua il cui getto sarà attivato dalla depressione presente nell'ugello. L'Appaltatore dovrà limitare la sabbatura alle zone ricoperte da croste particolarmente dure e spesse e solo su esplicita richiesta degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto potrà eseguirla sull'intera superficie del manufatto.

La pulizia chimica

L'Appaltatore dovrà impiegare prodotti a base di sostanze attive che sciogliendo o ammorbidendo le incrostazioni ne rendano possibile l'asportazione mediante successiva pulizia con acqua. L'Appaltatore, prima dell'uso, dovrà eseguire delle prove su campioni al fine di conoscerne la reazione e valutare di conseguenza l'opportunità di un loro utilizzo. In ogni caso, prima di metterle in opera, egli avrà l'obbligo di impregnare le superfici con acqua in modo da limitare il loro assorbimento.

L'Appaltatore, applicate le sostanze acide su piccoli settori, le lascerà agire per circa 10 minuti ed in seguito le asporterà mediante ripetuti lavaggi con acqua. Egli, inoltre, dovrà utilizzare le sostanze alcaline atte a sciogliere con rapidità oli e grassi solo su pietre resistenti agli alcali e su manufatti di cemento lasciandole agire non oltre 15 minuti. Infine, l'Appaltatore sarà tenuto ad impiegare gli appositi neutralizzatori che, in seguito, dovrà eliminare mediante lavaggi con acqua.

Biocidi

Sono prodotti da utilizzarsi per la eliminazione di muschi e licheni. La loro applicazione dovrà essere preceduta da una serie di operazioni di tipo meccanico per l'asportazione superficiale utilizzando spatole, pennelli a setole rigide, bisturi, ecc. attrezzi comunque da utilizzarsi con estrema cautela in modo da non esercitare un'azione troppo incisiva sul manufatto. I biocidi da impiegarsi potranno essere specifici su alcune specie, oppure a vasto raggio di azione. Per muschi e licheni si possono utilizzare soluzioni acquose all'1/2% di ipoclorito di litio. Per i licheni soluzioni di sali di ammonio quaternario in acqua all'1/2% o di pentaclorofenolo di sodio all'1%. Per alghe verdi e muffe è possibile irrorare la superficie intaccata con formalina oppure con una soluzione di acqua ossigenata (25%) e ammoniacca. Per alghe e microflora si potrà anche utilizzare un germicida disinfettante come il benzalconio cloruro da utilizzarsi in soluzione acquosa all'1/2% da applicare a spruzzo. Molti di questi prodotti non esplicano un persistente controllo algale, sarà pertanto utile applicare sulle superfici interessate prodotti algicidi in solvente, in grado di esplicare un'azione preventiva e di controllo della microflora (alghe, licheni, muffe, microfunghi, ecc.) Tutti i biocidi, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta attenzione e cautela.

Pulitura delle Rocce Sedimentarie

Arenaria e tufo - A seconda delle condizioni del materiale, la pulitura va preceduta da un preconsolidamento, effettuato con veline di carta giapponese ed impregnazione di silicato d'etile. La pulitura può essere effettuata a secco, con impacchi di argilla assorbente o di polpa di carta oppure con un blando lavaggio con acqua nebulizzata.

Travertino - La pulizia deve essere effettuata con acqua nebulizzata, con impacchi o con trattamenti a secco. Per le fessure sulle stuccature è consigliata una malta composta da un legante idraulico unito a polvere di marmo.

Pulitura delle Rocce Metamorfiche (Marmi, Serpentine, Mischocisti, Calcistice)

È consigliato il trattamento ad acqua nebulizzata o leggera spazzolatura, oppure impacchi assorbenti. Nel caso di marmo decoesionato e zuckerino, la pulizia è preceduta da un trattamento di preconsolidamento con silicato di etile iniettato sulla superficie preparata con veline di carta giapponese.

Pulitura di Cotto e Laterizi

I metodi consigliati sono:

- spray d'acqua e/o acqua nebulizzata per tempi brevi e controllati, al fine di evitare l'eccessiva imbibizione del materiale;
- metodi chimici o impacchi con argille assorbenti, in cicli successivi per verificare la completa desalinizzazione. Tra una fase e la seguente, la superficie dovrà risultare completamente asciutta.

Pulitura del Calcestruzzo

È indicato il lavaggio; è necessario sabbiare l'armatura e proteggerla con sostanze antiruggine e sostanze passivanti.

Pulitura degli Intonaci

La pulitura delle superfici intonacate dovrà essere effettuata con spray d'acqua a bassa pressione o acqua nebulizzata accompagnata eventualmente da una leggera spazzolatura. In presenza di croste nere di notevole spessore si potranno utilizzare impacchi biologici o argillosi.

Articolo 2.2.1.26 Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili)

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

1 - Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edili (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto o alla norma [UNI ISO 11600](#) e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

2 - Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad un attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3 - Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

(Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi).

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: $\pm 1\%$;
- spessore: $\pm 3\%$;
- resistenza a trazione (non tessuti UNI 8279-4);
- resistenza a lacerazione (non tessuti UNI EN ISO 9073-4; tessuti UNI 7275);
- resistenza a perforazione con la sfera (non tessuti UNI EN 8279-11; tessuti UNI 5421);
- assorbimento dei liquidi (non tessuti UNI EN ISO 9073-6);
- assorbimento (non tessuti UNI EN ISO 9073-6);
- variazione dimensionale a caldo (non tessuti UNI EN 8279-12);
- permeabilità all'aria (non tessuti UNI EN 8279-3);

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 13888, UNI EN 12004, UNI EN 12860.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Articolo 2.2.1.27 Prodotti impregnanti per la protezione, l'impermeabilizzazione e consolidamento

L'impregnazione dei materiali costituenti gli edifici è un'operazione tesa a salvaguardare il manufatto aggredito da agenti patogeni siano essi di natura fisica, chimica e/o meccanica. Le sostanze da impiegarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzate in varie fasi del progetto di conservazione quali preconsolidanti, consolidanti e protettivi. Dovranno in ogni caso essere sempre utilizzate con estrema cautela, mai generalizzandone l'applicazione, finalizzandone l'uso oltre che alla conservazione del manufatto oggetto di intervento, anche alla prevenzione del degrado che comunque potrebbe continuare a sussistere anche ad intervento conservativo ultimato.

Degrado essenzialmente dovuto:

- ad un'azione fisica indotta dagli agenti atmosferici quali azioni meccaniche erosive dell'acqua piovana (dilavamento, crioclastismo), azioni meccaniche di cristallizzazione dei sali solubili (umidità da risalita), azioni eoliche (fortemente abrasive per il continuo trasporto del particolato atmosferico), fessurazioni, rotture, cedimenti di tipo strutturale: l'impregnante dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici, l'adescamento delle acque ed il loro ristagno all'interno dei materiali;
- ad un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, saltuario o continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici (condensazione del particolato atmosferico, croste nere, ecc.): in questo caso l'impregnante dovrà fornire alle superfici un'appropriata inerzia chimica.

La scelta della sostanza impregnante dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle superfici che potranno presentarsi:

- prive di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace;
- prive di rivestimento con pietra a vista tenera e porosa;
- prive di rivestimento in cotti a vista mezzanelli e forti;
- prive di rivestimento in cotti a vista albas e porosi;
- prive di rivestimento in cls;
- rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori;
- rivestite con intonaco e coloriture preesistenti.

In presenza di una complessità materico patologico così varia ed eterogenea si dovrà intervenire con grande attenzione e puntualità effettuando preventivamente tutte quelle analisi e diagnosi in grado di fornire indicazioni sulla natura della materia oggetto di intervento e sulle fenomenologie di degrado.

I prodotti da usare dovranno possedere caratteristiche specifiche eventualmente confortate da prove ed analisi da effettuarsi in laboratorio o direttamente in cantiere.

Tali prodotti andranno applicati solo in caso di effettivo bisogno, su murature e manufatti eccessivamente porosi esposti agli agenti atmosferici, all'aggressione di umidità da condensa, di microrganismi animali e vegetali. Le operazioni andranno svolte su superfici perfettamente asciutte con una temperatura intorno ai 20 °C.

Le sostanze da utilizzarsi dovranno pertanto svolgere le seguenti funzioni:

- svolgere un'azione consolidante al fine di accrescere o fornire quelle caratteristiche meccaniche di resistenza al degrado (fisico, chimico, materico, strutturale) che si sono indebolite col trascorrere del tempo, o che non hanno mai posseduto;

- svolgere un'azione protettiva, mediante l'idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche, l'adescamento dell'umidità per risalita o da condensa, la proliferazione da macro e microflora.

In ogni caso la scelta delle sostanze impregnanti sarà effettuata in funzione dei risultati emersi a seguito delle analisi di cui sopra, di prove e campionature condotte secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NORMAL e da quanto indicato dalla Direzione dei Lavori. Ogni prodotto dovrà comunque essere sempre preventivamente accompagnato da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad effettuare.

In particolare, le caratteristiche richieste ai prodotti da utilizzare in base al loro impiego, saranno: basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione; buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici; buona resistenza chimica in ambiente alcalino; assenza di effetti collaterali e la formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali); perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori; traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%; atossicità; assenza di impatto ambientale; sicurezza ecologica; facilità di applicazione; solubilizzazione dei leganti.

Sarà sempre opportuno ad applicazione avvenuta provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) sulla riuscita dell'intervento onde verificarne l'effettiva efficacia.

Composti organici

Possiedono una dilatazione termica diversa da quella dei materiali oggetto di intervento. Sono tutti dei polimeri sintetici ed esplicano la loro azione grazie ad un'elevata adesività. Possono essere termoplastici o termoindurenti:

- i prodotti termoplastici assorbono bene urti e vibrazioni e soprattutto, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale, mantengono una certa solubilità che ne consente la reversibilità;
- i prodotti termoindurenti hanno invece solubilità pressoché nulla, sono irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all'azione dei raggi ultravioletti.

Hanno un vasto spettro di impiego: i termoplastici sono impiegati per materiali lapidei, per le malte, per la muratura e per i legnami (nonché per la protezione degli stessi materiali e dei metalli), mentre i termoindurenti vengono impiegati soprattutto come adesivi strutturali.

Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali. L'utilizzo delle resine organiche sarà sempre condizionato dalle indicazioni fornite dal progetto di conservazione e alla specifica autorizzazione della Direzione dei Lavori e degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Resine epossidiche - Prodotti termoindurenti, con buona resistenza chimica, ottime proprietà meccaniche, eccellente adesività, ma con difficoltà di penetrazione e tendenza ad ingiallire e a sfarinare alla luce solare. Sono impiegate soprattutto per la protezione di edifici industriali, di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti ad una forte aggressione chimica, per incollaggi e per consolidamenti strutturali di materiali lapidei, legname, murature.

Sono prodotti bicomponenti (un complesso propriamente epossidico ed una frazione amminica o acida), da preparare a piè d'opera e da applicare a pennello, a tampone, con iniettori o comunque sotto scrupoloso controllo dal momento che hanno un limitato tempo di applicazione.

Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'Appaltatore, dietro espressa richiesta della Direzione dei Lavori.

Resine acriliche - Sono composti termoplastici ottenuti polimerizzando gli acidi acrilico, metacrilico e loro derivati. Le caratteristiche dei singoli prodotti variano entro limiti piuttosto ampi in funzione dei tipi di monomero e del peso molecolare del polimero. Per la maggior parte le resine acriliche sono solubili in opportuni solventi organici e hanno una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici. Hanno scarsa capacità di penetrazione e non possono essere impiegate come adesivi strutturali. Possiedono in genere buona idrorepellenza che tende a decadere se il contatto con l'acqua si protrae per tempi superiori alle 100 ore. Inoltre, sempre in presenza di acqua tendono a dilatarsi. Il prodotto si applica a spruzzo, a pennello o per impregnazione.

Le resine acriliche oltre che come consolidanti si possono impiegare come protettivi e impermeabilizzanti.

Resine acril-siliconiche - Uniscono la resistenza e la capacità protettiva delle resine acriliche con l'adesività, l'elasticità, la capacità di penetrazione e la idrorepellenza delle resine siliconiche. Disciolte in particolari solventi, risultano indicate per interventi di consolidamento di materiali lapidei specie quando

si verifica un processo di degrado provocato dall'azione combinata di aggressivi chimici ed agenti atmosferici.

Sono particolarmente adatte per opere in pietra calcarea o arenaria. Le resine acriliche e acril-siliconiche si dovranno impiegare con solvente aromatico, in modo da garantire una viscosità della soluzione non superiore a 10 cPs, il residuo secco garantito deve essere di almeno il 10%. L'essiccamento del solvente dovrà avvenire in maniera estremamente graduale in modo da consentire la diffusione del prodotto per capillarità anche dopo le 24 ore dalla sua applicazione. Non dovranno presentare in fase di applicazione (durante la polimerizzazione e/o essiccamento del solvente), capacità reattiva con acqua, che può portare alla formazione di prodotti secondari dannosi; devono disporre di una elevata idrofilia in fase di impregnazione; essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici eliminando i fenomeni di decoesione; non devono inoltre presentare ingiallimento nel tempo, ed essere in grado di resistere agli agenti atmosferici e ai raggi UV. Deve sempre essere possibile intervenire con adatto solvente per eliminare gli eccessi di resina.

Resine poliuretaniche - Prodotti termoplastici o termoindurenti a seconda dei monomeri che si impiegano in partenza, hanno buone proprietà meccaniche, buona adesività, ma bassa penetrabilità.

Mescolate con isocianati alifatici hanno migliore capacità di penetrazione nei materiali porosi (hanno bassa viscosità), sono resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici e garantiscono un'ottima permeabilità al vapore. Oltre che come consolidanti possono essere impiegate come protettivi e impermeabilizzanti. Infatti utilizzando l'acqua come reagente risultano particolarmente adatte per sbarramenti verticali extramurari contro infiltrazioni dando luogo alla formazione di schiume rigide. Si possono impiegare unitamente a resine acriliche per il completamento della tenuta contro infiltrazioni d'acqua. Il prodotto dovrà possedere accentuata idrofilia per permettere la penetrazione per capillarità anche operando su murature umide.

Metacrilati da iniezione - Sono monomeri liquidi a base di esteri metacrilici che opportunamente catalizzati ed iniettati con pompe per iniezione di bicomponenti si trasformano in gel polimerici elastici in grado di bloccare venute d'acqua dolce o, salmastra. Sono infatti in grado di conferire la tenuta all'acqua di murature interrate o a contatto con terreni di varia natura. Si presentano come soluzioni acquose di monomeri la cui gelificazione viene ottenuta con l'aggiunta di un sistema catalitico in grado di modulare il tempo di polimerizzazione. I gel che si formano a processo avvenuto rigonfiano a contatto con l'acqua garantendo tenuta permanente. Il prodotto impiegato deve possedere bassissima viscosità (simile a quella dell'acqua) non superiore a 10 mPa, essere assolutamente atossico, traspirante al vapore acqueo, non biodegradabile. Il pH della soluzione, da iniettare e del polimero finale ottenuto deve essere maggiore o uguale a 7 onde evitare l'innesto di corrosione alle armature metalliche eventualmente presenti.

A complemento dell'operazione impermeabilizzante possono essere utilizzati poliuretani acquareattivi.

Perfluoropolietere ed elastomeri fluororati- Anch'essi prodotti a doppia funzionalità, adatti per la protezione i primi, per il consolidamento e alla protezione di materiali lapidei e porosi i secondi. Sono prodotti che non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già prepolymerizzati, non subiscono alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non variano le loro proprietà. Non contengono catalizzatori o stabilizzanti, sono stabili ai raggi UV, hanno buone doti aggreganti, ma anche protettive, risultano permeabili al vapore d'acqua, sono completamente reversibili (anche quelli dotati di gruppi funzionali deboli di tipo ammidico) possiedono però scarsa penetrazione all'interno della struttura porosa, se non opportunamente funzionalizzati con gruppi polari (ammidi ed esteri) risultano eccessivamente mobili all'interno del manufatto. Vengono normalmente disciolti in solventi organici (acetone) al 2-3% in peso ed applicati a pennello o a spray in quantità variabili a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità.

Polimeri acrilici e vinilici - Sono prodotti solidi ottenuti per polimerizzazione di un monomero liquido. Il monomero liquido può essere applicato ad una superficie per creare (a polimerizzazione completata) un film solido più o meno impermeabile ed aderente al supporto. I polimeri con scarso grado di polimerizzazione dispersi in acqua o in solventi organici danno luogo a lattici o emulsioni. Polimeri con basso peso molecolare sempre disciolti in acqua o in solvente organico formano soluzioni trasparenti. Entrambi questi prodotti se applicati come rivestimento in strato sottile permangono come film superficiali dopo l'evaporazione del solvente dal lattice o dalla soluzione. Lattici e soluzioni polimeriche sono spesso combinati con altri componenti quali cariche, pigmenti, opacizzanti, addensanti, plastificanti.

I principali polimeri impiegati per questo tipo di applicazione sono i *poliacrilati* e le *resine viniliche*.

- I *poliacrilati* possono essere utilizzati come impregnanti di materiali porosi riducendone consistentemente la permeabilità; sono pertanto impiegabili per situazioni limite quando si richiede l'impermeabilizzazione del materiale da forti infiltrazioni. Sotto forma di lattici vengono utilizzati per creare barriere protettive contro l'umidità oppure applicati come mani di fondo (primer) per migliorare l'adesione di pitturazioni e intonaci.

- Le *resine viniliche* sono solitamente copolimeri di cloruro di acetato di vinile sciolti in solventi. Presentano ottima adesione al supporto, stabilità sino a 60 °C, flessibilità, atossicità, buona resistenza agli agenti atmosferici. Sono però da impiegarsi con estrema cautela e solo in casi particolari in quanto riducono fortemente la permeabilità al vapor d'acqua, posseggono un bassissimo potere di penetrazione, risultano eccessivamente brillanti una volta applicati. In ogni caso, avendo caratteristiche particolari ricche di controindicazioni (scarsa capacità di penetrazione, all'interno del manufatto, probabile alterazione cromatica dello stesso ad applicazione avvenuta, effetto traslucido), l'utilizzo dei polimeri organici sarà da limitarsi a casi particolari. La loro applicazione si potrà effettuare dietro esplicita richiesta della Direzione dei Lavori e/o degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Polietilenglicoli o poliessietilene - Sono prodotti termoplastici, molto solubili, usati soprattutto per piccole superfici e su legnami, in ambiente chiuso.

Oli e cere naturali e sintetiche - Quali prodotti naturali sono stati usati molto spesso anche anticamente a volte in maniera impropria, ma in determinate condizioni e su specifici materiali ancora danno ottimi risultati per la loro protezione e conservazione con il grosso limite di una scarsa resistenza all'invecchiamento.

Inoltre l'iniziale idrorepellenza acquisita dall'oggetto trattato, sparisce col tempo.

- L'*olio di lino* è un prodotto essiccativo formato da gliceridi di acidi grassi insaturi. Viene principalmente usato per l'impregnazione del legno, così pure di pavimenti e materiali in cotto. Gli oli essiccativi si usano normalmente dopo essere stati sottoposti a una particolare cottura, per esaltarne il potere essiccativo. L'olio di lino dopo la cottura (250-300 °C) si presenta molto denso e vischioso, con colore giallo o tendente al bruno.

- Le *cere naturali*, microcristalline o paraffiniche, vengono usate quali validi protettivi per legno e manufatti in cotto (molto usate sui cotti le cere steariche bollite in ragia vegetale in soluzione al 20%; sui legni la cera d'api in soluzione al 40% in toluene).

Questi tipi di prodotti prevedono comunque sempre l'applicazione in assenza di umidità, che andrà pertanto preventivamente eliminata. Per le strutture lignee si potrà ricorrere al glicol polietilenico (PEG) in grado di sostituirsi alle molecole d'acqua che vengono allontanate.

- Le *cere sintetiche*, costituite da idrocarburi polimerizzati ed esteri idrocarburi ossidati, hanno composizione chimica, apparenza e caratteristiche fisiche ben diverse da quelle delle cere naturali. Le cere polietilene e polietilenglicoliche sono solubili in acqua e solventi organici, ma non si mischiano bene alle cere naturali ed alla paraffina. Sono comunque più stabili al calore, hanno maggior resistenza all'idrolisi ed alle reazioni chimiche. Le cere possono essere usate in forma di soluzione o dispersione, ad esempio in trementina, toluolo, cicloesano o etere idrocarburo, oppure sotto forma di miscele a base di cera d'api, paraffina colofonia.

Tutte le cere trovano comunque impiego ristretto nel trattamento dei materiali lapidei e porosi in generale a causa dell'ingiallimento e dell'opacizzazione delle superfici trattate, danno inoltre luogo alla formazione di saponi che scoloriscono l'oggetto trattato se in presenza di umidità e carbonato di calcio, hanno scarsa capacità di penetrazione. Esse non vanno usate su manufatti in esterno, esposti alle intemperie ed all'atmosfera, possibili terreni di coltura per batteri ed altri parassiti. Oli e cere vengono normalmente applicati a pennello.

Composti a base di silicio

Idrorepellenti protettivi siliconici - Costituiscono una numerosa ed importante famiglia di idrorepellenti derivati dalla chimica del silicio generalmente conosciuti come siliconi.

I protettivi siliconici sono caratterizzati da comportamenti e performance tipici delle sostanze organiche come l'idrorepellenza, e nel contempo la resistenza chimico-fisica delle sostanze inorganiche apportate dal gruppo siliconico presente.

I composti organici del silicio (impropriamente chiamati siliconi) agiscono annullando le polarità latenti sulle superfici macrocristalline dei pori senza occluderli, permettendo quindi il passaggio dei vapori, ma evitando migrazioni idriche; la loro azione consiste quindi nel variare la disponibilità delle

superfici minerali ad attrarre l'acqua in un comportamento spiccatamente idrorepellente, ciò avviene depositando sulle pareti dei pori composti organici non polari.

Idrorepellenti - La pluralità del potere idrorepellente è direttamente proporzionale alla profondità di penetrazione all'interno dei materiali. Penetrazione e diffusione del fluido dipendono quindi dalla porosità del materiale, dalle dimensioni e dalla struttura molecolare della sostanza impregnante in relazione al corpo poroso (pesanti macromolecole ricche di legami incrociati non attraversano corpi molto compatti e si depositano in superficie), la velocità e catalisi della reazione di condensazione (prodotti fortemente catalizzati possono reagire in superficie senza penetrare nel supporto), dell'alcalinità del corpo poroso, delle modalità di applicazione.

In questo grande gruppo di protettivi esistono prodotti più o meno indicati per l'impiego nel settore edile. Le cattive informazioni e l'inopportuna applicazione dei protettivi ha causato notevoli danni al patrimonio monumentale ed è pertanto fondamentale la conoscenza delle caratteristiche dei prodotti da utilizzare. Essi dovranno comunque sempre garantire elevato potere penetrante, resistenza ai raggi ultravioletti ed infrarossi, resistenza agli agenti chimici alcalini assenza di effetti fumanti che causino una riduzione della permeabilità al vapore d'acqua superiore al 10% determinata secondo la norma [UNI EN ISO 12572](#), assenza di variazioni cromatiche superficiali, assenza di effetto perlante (fenomeno prettamente superficiale ottenuto velocizzando la polimerizzazione del prodotto, che non rappresenta indizio di qualità e funzionalità dell'impregnazione).

Il loro utilizzo sarà sempre subordinato a specifica autorizzazione della Direzione dei Lavori, degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, e comunque ad appropriata campagna diagnostica preventiva effettuata sul materiale da trattare.

Siliconati alcalini - Di potassio o di sodio, meglio conosciuti come metil-siliconati di potassio o di sodio ottenuti dalla neutralizzazione con soda potassica caustica dell'acido silicico. Sono solitamente commercializzati in soluzioni acquose al 20-30% di attivo siliconico. Sono prodotti sconsigliati per l'idrofobizzazione ed il restauro di materiali lapidei a causa della formazione di sottoprodotti di reazione quali carbonati di sodio e di potassio: sali solubili.

La scarsa resistenza chimica agli alcali della resina metil-siliconica formatasi durante la reazione di polimerizzazione non offre sufficienti garanzie di durata nel tempo e rende i metil-siliconati non adatti alla protezione di materiali alcalini.

I siliconati di potassio possono trovare applicazione nella idrofobizzazione del gesso.

Resine silconiche - Generalmente vengono utilizzati silossani o polisilossani, resine metilsilconiche diluite con solventi organici quali idrocarburi, xilolo, ragie minerali. La concentrazione da utilizzare non deve essere inferiore al 5% in peso. Si possono impiegare prodotti già parzialmente polimerizzati che subiscono ulteriore polimerizzazione tramite idrolisi una volta penetrati come i metiletossi-polisilossani. Oppure impiegare sostanze già polimerizzate non più suscettibili di formare ulteriori legami chimici quali i metil-fenil-polisilossani. I polimeri silconici hanno una buona stabilità agli agenti chimici, bassa tensione superficiale (in grado quindi di bagnare la maggior parte delle superfici con le quali vengono a contatto), stabilità alla temperatura e resistenza agli stress termici, buona elasticità ed alta idrorepellenza.

Si prestano molto bene per l'impregnazione di manufatti ad alta porosità, mentre si incontrano difficoltà su substrati compatti e poco assorbenti a causa dell'elevato peso molecolare, comunque abbassabile. Inoltre le resine metil-silconiche a causa della bassa resistenza agli alcali sono da consigliarsi su materiali scarsamente alcalini.

In altri casi è possibile utilizzare le resine silconiche come leganti per malte da ripristino per giunti.

Silani - Più esattamente alchil-alcossi-silani, pur avendo struttura chimica simile alle resine silconiche differenziano da queste ultime per le ridotte dimensioni delle molecole del monomero (5-10 A. uguali a quelle dell'acqua), la possibilità di solubilizzazione in solventi polari quali alcoli o acqua (con la possibilità quindi di trattare superfici umide), la capacità di reagire con i gruppi idrossilici presenti nei materiali contenenti silicati (calce) che porta alla formazione di un film ancorato chimicamente al supporto in grado di rendere il materiale altamente idrofobo.

Sono pertanto monomeri reattivi polimerizzati in situ ad elevatissima penetrazione (dovuta al basso peso molecolare), capaci quindi di idrofobizzare i capillari più piccoli e di combattere la penetrazione dei cloruri e dei sali solubili. Sempre grazie al basso peso molecolare gli alchil-alcossi-silani sono utilizzati concentrati normalmente dal 20 al 40% in peso, in casi particolari si possono utilizzare anche al 10%; ciò permette di ottenere ottime impregnazioni su supporti particolarmente compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silani devono comunque essere impiegati su supporti alcalini e silicei, risultano pertanto adatti per laterizi in cotto, materiali lapidei e in tufo, intonaci con malta bastarda. Da non

impiegarsi invece su marmi carbonatici e intonaci di calce. Danno inoltre ottimi risultati: alchil-silani modificati sul travertino Romano e Trachite; alchil-silani idrosolubili nelle barriere chimiche contro la risalita capillare.

Non sono mai da impiegarsi su manufatti interessati da pressioni idrostatiche.

Oligosilossani - Polimeri reattivi a basso peso molecolare ottenuti dalla parziale condensazione di più molecole di silani. Sono generalmente alchil-silossani costituiti da 4 a 10 atomi di monomeri silanici condensati, prepolimeri reattivi che reagendo all'interno del materiale con l'umidità presente polimerizzano in situ, formando resine siliconiche. Ne risulta un silano parzialmente condensato, solubile in solventi polari che si differenzia dal silano esclusivamente per le dimensioni molecolari da 2 a 6 volte superiori. Migliora così il potere di penetrazione rispetto alle resine siliconiche, restando comunque inferiore nei confronti dei silani. I silossani oligomeri pertanto sono d'impiego generalmente universale e, a differenza delle resine siliconiche, manifestando più alta penetrazione garantiscono una migliore protezione nel tempo di supporti compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silossani oligomeri grazie al gruppo alchilico, generalmente con medio o alto peso molecolare, offrono sufficienti garanzie contro l'aggressione delle soluzioni alcaline.

Organo-siliconi - Gli idrorepellenti organosiliconici appartengono ad una categoria di protettivi idrorepellenti per l'edilizia costituiti da molecole di alchil-silani condensate con gruppi organici idrofili.

Questo permette di ottenere sostanze idrorepellenti solubili in acqua, con soluzioni stabili per 3-6 mesi, facilmente applicabili e trasportabili. Vista la completa assenza di solventi organici non comportano alcun rischio tossicologico per gli applicatori e per l'ambiente. Inoltre l'utilizzo di protettivi diluibili in acqua permette di trattare supporti leggermente umidi.

Estere etilico dell'acido silicico (silicati di etile) - Monocomponente fluido, incolore, si applica in solvente, in percentuali (in peso) comprese fra 60 e 80%. Precipita per idrolisi, dando alcool etilico come sottoprodotto. E' una sostanza basso-molecolare a base inorganica in solvente organico.

Viene impiegato soprattutto per arenarie e per pietre silicatiche, ma fornisce ottimi risultati anche su mattoni ed intonaci.

Ha una bassissima viscosità, per cui penetra profondamente anche in materiali poco porosi, va applicato preferibilmente con il sistema a compresse o per immersione; è tuttavia applicabile anche a pennello, a spruzzo con irroratori a bassa pressione, a percolazione. Il materiale da trattare va completamente saturato sino a rifiuto; si potrà ripetere il trattamento dopo 2 o 3 settimane. Il supporto dovrà essere perfettamente asciutto, pulito e con una temperatura tra i 15 e i 20 °C. Il consolidante completa la sua reazione a seconda del supporto dopo circa 4 settimane con temperatura ambiente di circa 20 °C e UR del 40-50%.

In caso di sovradosaggio sarà possibile asportare l'eccesso di materiale, prima dell'indurimento, con tamponi imbevuti di solventi organici minerali (benzine).

Alcuni esteri silicici, miscelati con silossani, conferiscono una buona idrorepellenza al materiale trattato; costituiscono anche un prodotto di base per realizzare sbarramenti chimici contro l'umidità di risalita.

È molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non viene alterato dai raggi ultravioletti.

Dovrà possedere i seguenti requisiti:

- prodotto monocomponente non tossico;
- penetrazione ottimale;
- essiccamento completo senza formazione di sostanze appiccicose;
- formazione di sottoprodotti di reazione non dannosi per il materiale trattato;
- formazione di un legante stabile ai raggi UV, non attaccabile dagli agenti atmosferici corrosivi;
- impregnazione completa con assenza di effetti filmogeni e con una buona permeabilità al vapore d'acqua;
- assenza di variazioni cromatiche del materiale trattato.

Composti inorganici - Sono certamente duraturi, compatibili con il materiale al quale si applicano, ma irreversibili e poco elastici. Possono inoltre generare prodotti di reazione quali sali solubili. Per questi motivi il loro utilizzo andrà sempre attentamente vagliato e finalizzato, fatte salve tutte le prove diagnostiche e di laboratorio da effettuarsi preventivamente.

Calce - Applicata alle malte aeree e alle pietre calcaree come latte di calce precipita entro i pori e ne riduce il volume. Non ha però le proprietà cementanti del CaCO_3 che si forma nel lento processo di carbonatazione della calce, per cui l'analogia tra il processo naturale ed il trattamento di consolidamento

con calce o bicarbonato di calcio è limitata ad una analogia chimica, poiché tutte le condizioni di carbonatazione (temperatura, pressione, forza ionica, potenziale elettrico) sono molto diverse. Ne consegue che il carbonato di calcio che precipita nei pori di un intonaco o di una pietra durante un trattamento di consolidamento non necessariamente eserciterà la stessa azione cementante di quello formatosi durante un lento processo di carbonatazione. Il trattamento con prodotti a base di calce può lasciare depositi biancastri di carbonato di calce sulla superficie dei manufatti trattati, che vanno rimossi, a meno che non si preveda un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce (grassello, scialbature).

Idrossido di bario, $Ba(OH)_2$ - Si impiega su pietre calcaree e per gli interventi su porzioni di intonaco affrescato di dimensioni ridotte laddove vi sia la necessità di neutralizzare prodotti gessosi di alterazione. L'idrossido di bario è molto affine al $CaCO_3$, essendo, in partenza, carbonato di bario $BaCO_3$ reagisce con il gesso per dare $BaSO_4$ (solfato di bario), che è insolubile. Può dar luogo a patine biancastre superficiali, ha un potere consolidante piuttosto basso e richiede l'eliminazione preventiva degli eventuali sali presenti in soluzione nel materiale. Non porta alla formazione di barriera al vapore, in quanto non satura completamente i pori del materiale; per lo stesso motivo non esplica un'efficace azione nei confronti della penetrazione di acqua dall'esterno.

Come nel caso del trattamento a base di calce, la composizione chimica del materiale trattato cambia solo minimamente; il prodotto consolidante (carbonato di bario, $BaCO_3$) ha un coefficiente di dilatazione tecnica simile a quello della calcite, è molto stabile ed è praticamente insolubile; se esposto ad ambiente inquinato da anidride solforosa, può dare solfato di bario ($BaSO_4$), che è comunque un prodotto insolubile. Viceversa non deve essere applicato su materiali ricchi, oltre al gesso, di altri sali solubili, con i quali può combinarsi, dando prodotti patogeni.

Alluminato di potassio, $KAlO_2$ - Può dare sottoprodotti dannosi. Fra questi si può infatti ottenere idrossido di potassio, che, se non viene eliminato in fase di trattamento, può trasformarsi in carbonato e solfato di potassio, sali solubili e quindi potenzialmente dannosi.

2.20.1 Metodi applicativi

La fase applicativa dei prodotti protettivi, richiederà una certa cautela ed attenzione, sia nei confronti del materiale sia per l'operatore che dovrà essere munito di apposita attrezzatura di protezione nel rispetto delle norme antinfortunistiche e di prevenzione.

In generale i prodotti dovranno essere applicati su supporti puliti, asciutti e privi di umidità a temperature non eccessive (possibilmente su paramenti non esposti ai raggi solari) onde evitare un'evaporazione repentina dei solventi utilizzati.

I metodi di applicazione dei prodotti consolidanti fluidi prevedono l'impiego di strumentazione elementare (pennelli, rulli, apparecchi a spruzzo airless) o, qualora sia necessaria una penetrazione più profonda e capillare, richiedono un impianto di cantiere più complesso; nei casi più semplici bisognerà delimitare e proteggere le zone non interessate dall'intervento in modo da raccogliere e riciclare la soluzione consolidante che non viene assorbita e provvedere a cicli continui di imbibizione.

I tempi di applicazione cambiano in rapporto al prodotto, al sistema scelto, alla porosità del materiale e possono variare da poche ore a diversi giorni.

I metodi di applicazione del consolidante sono:

Applicazione a pennello - Dopo aver accuratamente pulito e neutralizzato la superficie da trattare, si applica la soluzione di resina a pennello morbido fino a rifiuto. Il trattamento deve essere iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita, aumentando gradualmente nelle ultime passate, la concentrazione oltre lo standard.

Applicazione a spruzzo - Dopo aver accuratamente pulito e neutralizzato la superficie, si applica la soluzione a spruzzo fino a rifiuto.

Applicazione a tasca - Tale applicazione è da utilizzarsi per impregnazioni particolari di: decori, aggetti, formelle finemente lavorate e fortemente decoesinate. Essa consiste nella applicazione di una tasca nella parte inferiore della zona da impregnare, si colloca, infatti, intorno alla parte da consolidare una specie di grondaia impermeabilizzata con lo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso. La zona da consolidare viene invece ricoperta con uno strato di cotone idrofilo e chiusa da polietilene. Nella parte alta un tubo con tanti piccoli fori funge da distributore di resina, l'eccesso di resina si raccoglierà nella grondaia verrà recuperato e rimesso in circolo. La soluzione di resina da utilizzare dev'essere nella sua concentrazione standard.

Applicazione per percolazione - Un distributore di resina viene collocato nella parte superiore della superficie da trattare, questa scende lungo la superficie e penetra nel materiale per assorbimento capillare.

Il distributore è costituito da un tubo forato, ovvero da un canaletto forato dotato nella parte inferiore di un pettine o spazzola posti in adiacenza alla muratura, aventi funzione di distributori superficiali di resina.

Applicazione sottovuoto - Tale trattamento può essere applicato anche in situ: consiste nel realizzare un rivestimento impermeabile all'aria intorno alla parete da trattare, lasciando un'intercapedine tra tale rivestimento e l'oggetto, ed aspirandone l'aria. Il materiale impiegato per il rivestimento impermeabile è un film pesante di polietilene. La differenza di pressione che si stabilisce per effetto dell'aspirazione dell'aria tra le due superfici del polietilene è tale da schiacciare il film sulla parte da trattare, e da risucchiare la soluzione impregnante.

In caso di pioggia o pulizia con acqua sarà necessario attendere prima di procedere alla completa asciugatura del supporto e comunque bisognerà proteggere il manufatto dalla pioggia per almeno 15 giorni dopo l'intervento. Il prodotto dovrà essere applicato almeno in due mani facendo attenzione che la seconda venga posta ad essiccamento avvenuto della prima. Il trattamento non dovrà essere effettuato con temperature superiori ai 25°C ed inferiori a 5°C, e si eviterà comunque l'intervento su superfici soleggiate.

Articolo 2.2.1.28 Bitumi, asfalti e catrami

- I bitumi liquidi per usi stradali dovranno essere conformi alla norma armonizzata UNI EN 12591.
- I bitumi modificati per uso stradale devono essere conformi alla norma armonizzata UNI EN 14023
 - Le emulsioni bituminose da utilizzare per usi stradali dovranno essere conformi alla norma armonizzata UNI EN 13808.
- La polvere di roccia asfaltica da utilizzare per usi stradali dovrà essere conforme alle «norme per l'accettazione delle polveri asfaltiche per usi stradali» di cui al «fascicolo n. 6» del CNR, ultima edizione.
- Gli asfalti colati e le malte asfaltiche per impermeabilizzazioni dovranno rispondere rispettivamente alle norme UNI 5654 e ISO 5660-1.
- Il mastice di rocce asfaltiche e il mastice di asfalto sintetico necessari alla preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 4398.
- I catrami da utilizzare per usi stradali dovranno essere conformi alle «norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali» di cui al «fascicolo n. 1» del CNR, ultima edizione.
- Le membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture devono essere conformi alla norma UNI EN 1107-1.

Le superfici asfaltate di strade di servizio, saranno così costituite:

- Fondazione: costituisce lo strato profondo della pavimentazione stradale, ed è il primo livello di materiale lavorato ad essere in diretto contatto con il terreno di sottofondo, oltre a svolgere una funzione di parziale regolarizzazione della sovrastruttura stradale, rappresenta un secondo livello di distribuzione e uniformizzazione dei carichi verticali degli strati superiori, per un'altezza di 20 cm;
- Strato di base, costituito con materiale litoide proveniente da cave naturali, ovvero risultante dalla frantumazione di roccia calcarea, impastato a caldo in idonei impianti da 10 cm;
- Strato di collegamento (binder) dello spessore di 4 cm in conglomerato bituminoso costituito da graniglia e pietrischetti della categoria IV fascicolo n°4 delle norme CNR agglomerata a caldo con bitume puro (nella misura del 4,50% , 5,50%) steso con vibrofinitrice e cilindrato

con rullo di peso adeguato previa umettatura del piano di posa con emulsione bituminosa.

- Tappetino di usura costituito da 2 cm da graniglia e pietrischetti della categoria I prevista dal fascicolo n°4 delle norme CNR, agglomerato a caldo con bitume di penetrazione 80/100 (nella misura del 5,5% , 6,50% sul peso del conglomerato) steso con vibrofinitrice e rullato con rullo adeguato previa l'umettatura del piano di posa con emulsione bituminosa.

2.2.1.2 Box prefabbricati

- Si prevede la fornitura e la posa in opera, comprensive di trasporto e scarico, di monoblocchi prefabbricati.
- I monoblocchi da destinarsi a locale ufficio saranno completi di impianto elettrico, di illuminazione, idrico ed igienico sanitario, e muniti di porte e finestre.
- I monoblocchi a protezione di attrezzature e macchinari saranno realizzati con pareti in pannelli tipo sandwich REI 60 con struttura autoportante in acciaio Fe 235Jr UNI 10025.
- I monoblocchi di cui al punto precedente dovranno essere completi di porta, griglie di aerazione, sistema di scolo delle acque piovane nonché di impianto elettrico e di illuminazione.

Titolo 2.3 Modalità di esecuzione dei lavori

Criterio Ambientale

Ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), le attività di cantiere devono garantire le seguenti prestazioni: per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali devono essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato);

Al fine di impedire fenomeni di diminuzione di materia organica, calo della biodiversità, contaminazione locale o diffusa, salinizzazione, erosione del suolo, etc. sono previste le seguenti azioni a tutela del suolo:

- accantonamento in sito e successivo riutilizzo dello scotico del terreno vegetale per una profondità di 60 cm, per la realizzazione di scarpate e aree verdi pubbliche e private;
- tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero.
- eventuali aree di deposito provvisorio di rifiuti non inerti devono essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali.

Al fine di tutelare le acque superficiali e sotterranee da eventuali impatti sono previste le seguenti azioni a tutela delle acque superficiali e sotterranee:

- gli ambiti interessati dai fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone devono essere recintati e protetti con apposite reti al fine di proteggerli da danni accidentali.

Al fine di ridurre i rischi ambientali, la relazione tecnica deve contenere anche l'individuazione

puntuale delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, con particolare riferimento alle singole tipologie delle lavorazioni. La relazione tecnica dovrà inoltre contenere:

- le misure adottate per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storico-culturali presenti nell'area del cantiere;
- le misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (tipo di cassonetti/contenitori per la raccolta differenziata, le aree da adibire a stoccaggio temporaneo, etc.) e per realizzare la demolizione selettiva e il riciclaggio dei materiali di scavo e dei rifiuti da costruzione e demolizione (C&D);
- le misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda, etc.);
- le misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo, etc., e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;
- le misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
- le misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;
- le misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, anche attraverso la verifica periodica degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
- le misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
- le misure per attività di demolizione selettiva e riciclaggio dei rifiuti, con particolare riferimento al recupero dei laterizi, del calcestruzzo e di materiale proveniente dalle attività di cantiere con minori contenuti di impurità, le misure per il recupero e riciclaggio degli imballaggi.

Altre prescrizioni per la gestione del cantiere, per le preesistenze arboree e arbustive:

- rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch-list della flora alloctona d'Italia" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grappo);
- protezione delle specie arboree e arbustive autoctone: gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. In particolare intorno al tronco verrà legato del tavolame di protezione dello spessore minimo di 2 cm. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici, etc;
- i depositi di materiali di cantiere non devono essere effettuati in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (deve essere garantita almeno una fascia di rispetto di 10 metri).

Verifica: L'offerente deve dimostrare la rispondenza ai criteri suindicati tramite la documentazione nel seguito indicata:

- relazione tecnica nella quale siano evidenziate le azioni previste per la riduzione dell'impatto ambientale nel rispetto dei criteri;
- piano per il controllo dell'erosione e della sedimentazione per le attività di cantiere;
- piano per la gestione dei rifiuti da cantiere e per il controllo della qualità dell'aria e dell'inquinamento acustico durante le attività di cantiere.

L'attività di cantiere sarà oggetto di verifica programmata, effettuata da un organismo di valutazione della conformità. Qualora il progetto sia sottoposto ad una fase di verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici (rating systems) di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti

tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della documentazione sopra indicata, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/ dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita.

Articolo 2.3.1 Demolizioni e rimozioni

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione è obbligatorio procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità delle strutture da demolire. In funzione del risultato dell'indagine si procederà poi all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare crolli improvvisi durante la demolizione.

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc..., sia parziali che complete, devono essere eseguite con cautela dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni, in modo tale da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, non danneggiare le residue murature ed evitare incomodi o disturbo.

(Solo in caso di importanti ed estese demolizioni)

La successione dei lavori deve essere indicata in un apposito programma firmato dall'appaltatore e dalla direzione lavori e deve essere a disposizione degli ispettori di lavoro.

È assolutamente vietato gettare dall'alto materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso tramite opportuni canali il cui estremo inferiore non deve risultare a distanza superiore ai 2 m dal piano raccolta.

È assolutamente vietato sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Durante le demolizioni e le rimozioni l'Appaltatore dovrà provvedere alle puntellature eventualmente necessarie per sostenere le parti che devono permanere e dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono potersi ancora impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assemblaggio, e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti indebitamente demolite saranno ricostruite e rimesse in ripristino a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso.

Applicazione "CAM Edilizia" DM n.256 del 23/06/2022

Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, di aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione (coerentemente con l'obiettivo di recuperare e riciclare entro il 2020 almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione), fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti e di quanto previsto dalle specifiche norme tecniche di prodotto, le demolizioni e le rimozioni dei materiali devono essere eseguite in modo da favorire, il trattamento e recupero delle varie frazioni di materiali. A tal fine il progetto dell'edificio deve prevedere che:

1. Nei casi di ristrutturazione, manutenzione e demolizione, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati durante la demolizione e rimozione di edifici, parti di edifici, manufatti di qualsiasi genere presenti in cantiere, ed escludendo gli scavi, deve essere avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, recupero o riciclaggio.

2. Il contraente dovrà effettuare una verifica precedente alla demolizione al fine di determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato. Tale verifica include le seguenti operazioni:

- individuazione e valutazione dei rischi di rifiuti pericolosi che possono richiedere un trattamento o un trattamento specialistico , o emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
- una stima delle quantità con una ripartizione dei diversi materiali da costruzione;
- una stima della percentuale di riutilizzo e il potenziale di riciclaggio sulla base di proposte di sistemi di selezione durante il processo di demolizione;
- una stima della percentuale potenziale raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.

Verifica: L'offerente deve presentare una verifica precedente alla demolizione che contenga le informazioni specificate nel criterio, allegare un piano di demolizione e recupero e una sottoscrizione di impegno a trattare i rifiuti da demolizione o a conferirli ad un impianto autorizzato al recupero dei rifiuti.

Articolo 2.3.2 Demolizioni e rimozioni

Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, di aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione (coerentemente con l'obiettivo di recuperare e riciclare entro il 2020 almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione), fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti e di quanto previsto dalle specifiche norme tecniche di prodotto, le demolizioni e le rimozioni dei materiali devono essere eseguite in modo da favorire, il trattamento e recupero delle varie frazioni di materiali. A tal fine il progetto dell'edificio deve prevedere che:

1. Nei casi di ristrutturazione, manutenzione e demolizione, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati durante la demolizione e rimozione di edifici, parti di edifici, manufatti di qualsiasi genere presenti in cantiere, ed escludendo gli scavi, deve essere avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, recupero o riciclaggio.

2. Il contraente dovrà effettuare una verifica precedente alla demolizione al fine di determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato. Tale verifica include le seguenti operazioni:

- individuazione e valutazione dei rischi di rifiuti pericolosi che possono richiedere un trattamento o un trattamento specialistico , o emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
- una stima delle quantità con una ripartizione dei diversi materiali da costruzione;
- una stima della percentuale di riutilizzo e il potenziale di riciclaggio sulla base di proposte di sistemi di selezione durante il processo di demolizione;
- una stima della percentuale potenziale raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.

Verifica: L'offerente deve presentare una verifica precedente alla demolizione che contenga le informazioni specificate nel criterio, allegare un piano di demolizione e recupero e una sottoscrizione di impegno a trattare i rifiuti da demolizione o a conferirli ad un impianto autorizzato al recupero dei rifiuti.

Paragrafo 2.3.1 Scavi, rilevati, demolizioni, palificazioni

Gli scavi dovranno attenersi e rispettare quanto previsto negli elaborati di progetto esecutivo ed in particolare a quanto riportato nell'elaborato: "**1.1.3. Piano di gestione delle materie**"

Articolo 2.3.1.1 Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 17 gennaio 2018, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'esecuzione degli scavi dovrà essere effettuata in sicurezza in conformità al dlgs 81/2008 facendo riferimento in particolare al titolo IV sezione III di quest'ultimo.

L'Appaltatore dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori), ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese, il tutto in conformità con il dlgs 152/2006 e DM Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare 10/08/2012.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate, previo assenso della Direzione dei Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applicano le disposizioni di legge; l'Appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel luogo stabilito negli atti contrattuali, intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Qualora gli atti contrattuali prevedano la cessione di detti materiali all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

Ove si dovesse procedere all'interno di costruzioni o in adiacenza alle murature, gli scavi andranno eseguiti con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgere di danni nelle strutture murarie adiacenti. Il ripristino delle strutture, qualora venissero lese a causa di una esecuzione maldestra degli scavi, sarà effettuata a totale carico dell'Appaltatore.

Articolo 2.3.1.2 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, ma non escludendo l'impiego di rampe provvisorie, etc...

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati, poiché per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta

Articolo 2.3.1.3 Scavi di fondazione od in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Nell'esecuzione di detti scavi per raggiungere il piano di posa della fondazione si deve tener conto di quanto specificato nel D.M. 17 gennaio 2018. Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono

essere allontanate dagli scavi. Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato magro o altro materiale idoneo.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono, infatti, di stima preliminare e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni. I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze. Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Articolo 2.3.1.4 Presenza di gas negli scavi

Durante l'esecuzione degli scavi, ai sensi di quanto previsto dal D.lgs 81/2008, devono essere adottate misure idonee contro i pericoli derivanti dall'eventuale presenza di gas o vapori tossici.

Articolo 2.3.1.5 Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori. Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con

l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte. Sono da preferire le terre a grana media o grossa. Le terre a grana fine possono essere impiegate per opere di modesta importanza e quando non sia possibile reperire materiali migliori. Si possono adoperare anche materiali ottenuti dalla frantumazione di rocce. Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Il coefficiente di sicurezza riferito alla stabilità del sistema manufatto - terreno di fondazione non deve risultare inferiore a 1,3. Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori. È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione. Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore. È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate. L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

Paragrafo 2.3.2 Terra stabilizzata con leganti

Articolo 2.3.2.1 Terra stabilizzata a calce

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche della terra, onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).

Affinché risulti idonea alla stabilizzazione a calce, una terra deve essere di tipo limo-argilloso, appartenente ai gruppi A6- A7, con valori dell'indice di plasticità compreso tra 10 e 50.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A2-6 e A2-7) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere trattate con calce anche le "vulcaniti vetrose" costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva. La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973):

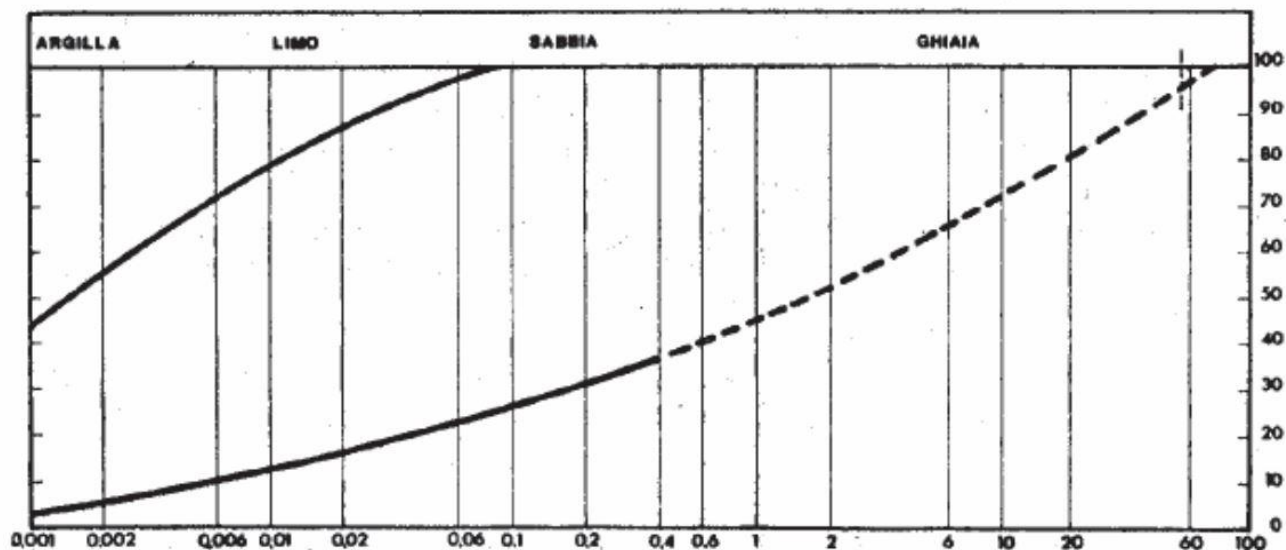


Fig. 1 - Fuso granulometrico delle terre per la stabilizzazione con calce

il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973).

- Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%. La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resi-stenza, indeformabilità e durabilità richiesti.
- Le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%. a D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richie-sti. La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calce di cui alle disposizioni vigenti.
- Il valore di VB nella prova del blu di metilene dev'essere > di 200 centimetri cubi di soluzione (10 g/l) di per 100 grammi della frazione di terra passante al setaccio da 0,25 mm UNI 2332, de-terminato in conformità alla Norma UNI-EN 933-9;
- Il valore CIC, determinato secondo norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'1,5% come verifica di idoneità, dove per CIC, si intende il consumo iniziale di calce ovvero della quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei minerali d'argilla.

E' indispensabile che, in fase di progetto, la previsione di stabilizzazione con calce di terre sia supportata da uno studio sperimentale, basato su una serie di prove di laboratorio geotecnico, di seguito elencate, per verificare sia l'idoneità al trattamento con calce, sia l'indicazione della miscela di progetto, espressa in tenore percentuale di calce.

Proprietà	Valori ammissibili
Gruppo di appartenenza	A6- A7 con $10 \leq IP \leq 50$ A2-6 e A2-7 passante al setaccio 0.4 UNI $\geq 35\%$
S.O.V.	$\leq 2\%$
Contenuto in solfati	$\leq 1\%$
VB	> 200
CIC	$> 1.5\%$

Caratteristiche di idoneità alla stabilizzazione a calce

Prove sul materiale prima del trattamento

Su campione rimaneggiato (da pozzetto geognostico)

- Analisi granulometrica;
- Limiti di Atterberg;
- Valore al Blu di Metilene;
- Tenore in sostanze organiche;
- Tenore in solfati;
- Consumo iniziale di calce (C.I.C.);
- Prova di costipamento Proctor modificata;
- Prova di resistenza al punzonamento CBR non imbibito;
- Prova di resistenza al punzonamento CBR dopo imbibizione per 96 ore.

Su campione indisturbato(eventuale)

- Prova di compressione semplice;
- Prova di compressione edometrica.

Una volta verificata l'idoneità del terreno alla stabilizzazione, devono essere eseguite le prove sulle miscele terra-calce, a seguito delle quali, da una valutazione congiunta dei risultati, verrà individuata la miscela ottimale da utilizzare.

Prove sulla miscela terra – calce

La percentuale di calce viva va valutata a partite dal CIC + 0.5% in su, per tre diverse miscele.

Per ogni miscela, dopo 1 e 14 gg, almeno, di maturazione, vanno determinati:

- Limiti di Atterberg;
- Analisi granulometrica;
- Classificazione UNI 13242-UNI 14688-UNI 13285;
- Prova di costipamento Proctor modificata (UNI EN 13286);
- CBR (UNI EN 13286) senza maturazione;
- CBR dopo maturazione a 7 giorni e 28 giorni ed imbibizione per 96 ore (CNR UNI 10009);
- Prova di compressione monoassiale ad espansione laterale libera (ELL) (ASTM 2166), dopo maturazione a 7 giorni;
- Prova di compressione edometrica.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale. Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR -UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (UNI EN 13286) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, verrà definita, di volta in volta, la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce;
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Articolo 2.3.2.2 Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR-UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di deformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm².

Articolo 2.3.2.3 Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

Articolo 2.3.2.4 Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato nel progetto della miscela. La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D. L..

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera. Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno.
- Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D.L.;
- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni.

L'Impresa dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm).

Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.

- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto venga costipato prima dell'inizio della presa del legante.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in

opera dei materiali.

2.3.2.1 Parametri operativi

A seguito delle indagini specifiche effettuate sulle terre da trattare a calce di seguito viene riportata la tabella riassuntiva dei risultati delle prove di laboratorio effettuate sui n.3 campioni rimaneggiati denominati Pz1C1, Pz2C1 e Pz3C1 eseguiti per stabilire la corretta miscela terra-calce ottimale necessaria al miglioramento dei terreni da sottoporre a trattamento.

Campione		Pz1 C1 -2.0 m	Pz1 C1 + 2% CaO	Pz2 C1 -2.0 m	Pz2 C1 + 2% CaO	Pz3 C1 -2.0 m	Pz3 C1 + 2% CaO
Parametri							
W _n	%	14.2	-	12.4	-	11.7	-
Fraz. ghiaiosa	%	0.0	-	0.0	-	0.0	-
Fraz. sabbiosa	%	9.1	-	15.4	-	19.9	-
Fraz. limosa	%	60.0	-	59.2	-	60.9	-
Fraz. argillosa	%	30.9	-	25.4	-	19.2	-
W _l	%	45.5	-	41.1	-	33.6	-
W _p	%	21.3	-	18.2	-	12.5	-
CLASSIFICAZIONE USCS	-	CL	-	CL	-	CL	-
CLASSIFICAZIONE UNI	-	A7-6	-	A7-6	-	A6	-
W _n -ottimale	%	21.7	23.3	20.6	21.9	18.6	20.3
M _{vsm}	Mg/mc	1.61	1.57	1.65	1.60	1.69	1.65
C'	(Kg/cmq)	0.175	0.772	0.154	0.627	0.137	0.314
φ'	(gradi)	24.3	36.0	25.0	37.3	27.1	38.7
CIC	%	2	-	2	-	2	-

Tabella riassuntiva prove di laboratorio

La simbologia utilizzata è la seguente W_n= contenuto d'acqua naturale; W_p= limite plastico; W_l= limite liquido; I_p= indice plastico; I_l= indice di liquidità; W_n-ottimale= contenuto d'acqua naturale ottimale; M_{vsm}= massa volumetrica secca massima; C'= coesione drenata; f'= angolo di attrito; CIC= consumo iniziale di calce.

I risultati ottenuti dalle prove sui campioni rimaneggiati hanno evidenziato un miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche pressochè simile tra i terreni ascrivibili alla coltre e quelli della formazione marina (Pz1 e Pz2), mentre il miglioramento geotecnico risulta più contenuto sui terreni aventi una elevata frazione sabbiosa (PZ 3) a prescindere dalla loro genesi (copertura o substrato); pertanto, dalle indagini e dalle prove di laboratorio eseguite, la percentuale di calce che determina un effettivo miglioramento delle condizioni geomeccaniche dei terreni è il 2%.

Maggiori dettagli negli allegati presenti all'interno della relazione geologica (2.1.2-23008-OW-C-21-GE-001-BA0-0-RELAZIONE GEOLOGICA).

Articolo 2.3.3 Fondazioni continue

Le fondazioni continue possono essere di tre tipologie:

- *fondazioni continue in pietrame o in calcestruzzo;*
- *fondazioni a plinto;*
- *fondazioni a platea.*

Si ricorrerà a fondazioni continue in pietrame o in calcestruzzo nel caso in cui il terreno idoneo alla fondazione si trovi ad una profondità non superiore a 1,0 m. In tal caso si procede, in genere, ad una gettata di calcestruzzo di calce idraulica o di cemento, oppure con murature di pietrame e malta di calce idraulica o di cemento, oppure con muratura di pietrame e malta di calce idraulica. Le gettate di calcestruzzo, se a mano, devono essere eseguite stendendo lo smalto a strati orizzontali di spessore di circa 10 cm. Una volta effettuata detta operazione, gli strati devono essere sottoposti ad una pressione tale da far emergere in superficie il latte della calce o del cemento. È fondamentale che al termine di detti procedimenti, le particelle risultino tutte perfettamente assestate. Si procede in modo analogo anche nel caso di utilizzo di un'autobetoniera.

In caso di terreno poco resistente, per allargare la base d'appoggio, anziché approfondire lo scavo, lo si può allargare con una piastra su plinti isolati disposti in corrispondenza dei fulcri portanti. La superficie di ciascun plinto deve essere tale da corrispondere alla capacità di resistenza del terreno in relazione al carico gravante.

In caso di terreno poco resistente o di costruzioni antisismiche, per allargare la base d'appoggio, anziché approfondire lo scavo, lo si può allargare con una piastra anche continua. Detta piastra, indicata con il nome di platea, occupa generalmente tutta la superficie fabbricata e si comporta come una piastra in cemento armato nel senso che:

- distribuisce il carico su una grande superficie di terreno in modo da gravitarlo unitariamente in misura limitata;
- rende l'intera struttura solidale sia nelle pareti sia, nell'insieme, con il fondo.

Paragrafo 2.3.3 Fondazioni Pali

Definizioni

Pali trivellati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

Micropali

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ($d \leq 250$ mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o

liscio.

Articolo 2.3.3.1 Normativa di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

Articolo 2.3.3.2 Preparazione del piano di lavoro

L'Appaltatore dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Appaltatore predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

Articolo 2.3.3.3 Soggezioni geotecniche e ambientali

Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (c_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \frac{H}{3}$$

dove:

γ = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro;

la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ($D_{10} > 4$ mm). Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare: rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;

- la diminuzione di densità relativa (D_r) degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando. La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle

stesse.

Articolo 2.3.3.4 Prove tecnologiche preliminari

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Appaltatore alla DL. Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Appaltatore, saranno eseguiti in numero di 1 per ogni tratta con caratteristiche geotecnicamente omogenee.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della DL, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla DL, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Appaltatore si farà carico di presentare documentazione scritta.

Articolo 2.3.3.5 Materiali

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle già presenti nel capitolo "Qualità dei materiali e dei componenti".

Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali. Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza. L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è

ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri. La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Appaltatore, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista. L'Appaltatore esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura. Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche, l'Appaltatore dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro $d \geq 700$ mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini..

Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto. Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento. Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre.

La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura. I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile, l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguito con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

Può essere impiegato, tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile. Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2.0 – 2.5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi).

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2.50 m anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2.5 \geq i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{bk}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $R_{bk} \geq 25$.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams (CNR UNI 7163-79) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m³/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m³/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L'Appaltatore dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

Fanghi bentonitici

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefiori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;
- eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.)

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-	< 1%
2332	

Tenore di umidità	< 15%

Limite di liquidità	> 400

Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione	> 40 s

al 6% di acqua distillata

Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%

Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di	< 18 cm ³

450 cm ³ della sospensione al 6% in 30 min	

alla pressione di 0.7 MPa

PH dell'acqua filtrata	7 < pH < 9

Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro	2,5 mm
della filtro-pressa	

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimicofisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Preparazione fanghi bentonitici

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m³) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m³
- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L'Appaltatore dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

peso di volume nel corso dello scavo $\leq 12.5 \text{ kN/m}^3$;

contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: < 6%

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo. In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

Fanghi biodegradabili

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi. La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla D.L.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20 ÷ 40 ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

Articolo 2.3.3.6 Tipologie esecutive

Pali trivellati

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercussione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengano a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell'utensile.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro. Possono essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).

Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della D.L.. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D , verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra $- 0,01 D$ e $+ 0,1 D$;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra $- 0,01 D$ e $+ 0,1 D$;
- lunghezza: pali aventi diametro $D < 600 \text{ mm} \pm 15 \text{ cm}$; pali aventi diametro $D \geq 600 \text{ mm} \pm 25 \text{ cm}$;
- quota testa palo: $\pm 5 \text{ cm}$;

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Appaltatore si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Appaltatore, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

Pali trivellati con fanghi bentonitici

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Il fango bentonitico impiegato nella perforazione, dovrà avere le caratteristiche riportate all'articolo "Materiali" del presente paragrafo "Fondazioni Pali".

Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1.0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimare solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.

Formazione del fusto del palo

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m³.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm, sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0 – 4.0 m di palo.

Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Appaltatore procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

Pali trivellati con fanghi biodegradabili

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici.

Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni riportate all'articolo "Materiali" del presente paragrafo "Fondazioni Pali".

Pali trivellati con rivestimento provvisorio

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina. L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

Articolo 2.3.3.7 Micropali

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Appaltatore, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma

- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (C_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \frac{H}{3}$$

dove:

γ = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo: ± 5 cm;
- lunghezza: ± 15 cm.

Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Appaltatore, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

Armatura

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio. Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (bocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio Fe 430 – Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati. Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori $d = 8$ mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo $s = 3.5$ mm, aderenti al tubo e

mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

Armature con profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati, dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m). Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a $R_{ck} \geq 25$ Mpa. A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m³ di prodotto, dovrà essere la seguente:

- acqua : 600 kg
- cemento : 1200 kg
- additivi : 10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

$\gamma = 1.8$ kg/dm³ Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m³ di prodotto finito:

- acqua: 300 kg- cemento : 600 kg- additivi : 5 ÷ 10 kg- inerti : 1100 ÷ 1300 kg

Articolo 2.3.3.7.1 Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata ≥ 10 m³/min
- pressione 8 bar.

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione. Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione. La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura. Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

pressione max di iniezione : ~ 100 bar- portata max : ~ 2 m³/ora- n. max pistonate/minuto : ~ 60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

2.3.3.7.1 Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno ≥ 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscelazioni con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in

pressione ($0.5 \div 0.6$ MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

Articolo 2.3.3.8 Prove di carico

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali, da eseguirsi a carico dell'Appaltatore, secondo le indicazioni del Direttore dei Lavori.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio (P_{es});
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a $2.5 \div 3$ volte il carico di esercizio (P_{es});

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre ad eventuali prove di carico a rottura devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'Appaltatore dovrà effettuare prove di carico assiale di collaudo sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

Articolo 2.3.3.8.1 Prove su pali di grande formato

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

$P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$ per $D \leq 100$ cm e $P_{prova} = 1,2 P_{esercizio}$ per $D > 100$ cm

$P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa ≥ 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (~ 3 mesi). Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica. La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 \cdot P_{\text{prova}} / g = 0.12 P_{\text{prova}}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:- pali di contrasto, dimensionati a trazione;

- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Appaltatore, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico. Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\sim 120^\circ$ intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo. Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo. Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

Preparazione della prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di ~ 50 cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120° , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ($h_{\text{min.}} = 1.5$ m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

- Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a dP, fino a raggiungere il carico Pes
- In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza: $t = 0$ (applicazione del carico); $t = 2'$; $t = 4'$; $t = 8'$; $t = 15'$

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($t = 15'$):

$$ds \leq 0.025 \text{ mm.}$$

Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

$$t = 0 - t = 5' - t = 10' - t = 15'$$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

$$t = 30' - t = 45' - t = 60'$$

2° CICLO

- Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico dP fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).
- In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.
- Il carico Pprova, quando è minore di Plim, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità $3 \cdot P$) con misure a:

$$t = 0 - t = 5' - t = 10'$$

$t = 15'$ A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

$$\text{cedimento (Plim)} \geq 2 \text{ cedimento (Plim - dP)} - \text{cedimento (Plim)} \geq 0.10 \text{ diametri.}$$

Risultati della prova

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale")).
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);

- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

Prove di carico su pali strumentati

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

Attrezzature e dispositivi di prova

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro. Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre. Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro. Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto. Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo. La testa di questo strumento

andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione. L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

Prove di carico laterale

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità. Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici. Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro $d = 81/76$ mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

Articolo 2.3.3.8.2 Prove di carico su micropali

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa. Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$
- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

Attrezzature e dispositivi di prova

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di ~20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120°, per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad

ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti. Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

- Applicazione di "**n**" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a $\frac{1}{n} \cdot P$, fino a raggiungere il carico Pes
- In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:
 - . $t = 0$ (applicazione del carico)
 - . $t = 2' - t = 4' - t = 8'$
 - . $t = 15'$

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento **s** è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($dt = 15'$):

$$s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

- Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a $t = 0, t = 5', t = 10', t = 15'$.

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a $t = 30', t = 45'$ e $t = 60'$.

2° CICLO

- Applicazione rapida di un carico di entità $\frac{1}{3} \text{ Pes}$
- Lettura dei cedimenti a $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$
- Scarico rapido e letture a $t = 0$ e $5'$
- Applicazione rapida di un carico di entità $\frac{2}{3} \text{ Pes}$
- Lettura dei cedimenti come in "**b**"
- Scarico come in "**c**"
- Applicazione rapida di un carico di entità pari a Pes
- Lettura dei cedimenti
- Scarico con letture a $t = 0, 5', 10', 15'$ e $30'$.

3° CICLO

- Applicazione di "**m**" ($m \geq 9$) gradini di carico dP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).
- In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo
- Il carico P_{prova} , quando è $< P_{\text{lim}}$, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a $t = 0, t = 5'$ e $t = 10'$ e $t = 15'$. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento **s** risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s(P_{\text{lim}}) \geq 2 \cdot s(P_{\text{lim}} - dP)$
- $s(P_{\text{lim}}) \geq 0.2 d + s_{\text{el}}$

ove :

d = diametro del micropalo

sel = cedimento elastico del micropalo

Articolo 2.3.3.9 Specifiche di controllo

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli, è indicata nel seguente prospetto:

- D.M. 9/01/1996;
- D.M. 11/03/1988;
- AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);
- Norme UNI 7163 – 1979;
- DIN – 4150;
- D. M. 16/01/96.

L'Appaltatore dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 30% dei pali realizzati.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1" ½.

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

Articolo 2.3.3.9.1 Pali trivellati

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale. In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già confezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e nel presente Capitolato. La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali. Nel caso si venga ad impiegare un rivestimento di acciaio si dovrà verificare che questo presenti le caratteristiche così come indicato in progetto e nel presente Capitolato.

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità riportate nel presente Capitolato.

Per ciascun palo l'Appaltatore dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze, ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;
- risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
- additivi usati per il fango;
- caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;

- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).;
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m3 di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.
- I risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

Controllo del fango bentonitico

Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'Appaltatore e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- a) peso di volume;
- b) viscosità MARSH;
- c) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate.

Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b):

- prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.

Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica A):

- prelievo entro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di 50 cm quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo per ogni elemento (palo o pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi o a termine delle operazioni di scavo.

Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c):

- prelievo mediante campionatore, alla profondità di 80 cm sopra il fondo dello scavo con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera. La Direzione lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'Appaltatore dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua libera, e dello spessore del "cake";

mentre per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

- residui al setaccio n. 38 della serie UNI n.2331 - 2332;
- tenore di umidità;
- limite di liquidità;
- decantazione della sospensione al 6%;

si ricorrerà a cura e spese dell'Appaltatore, a Laboratorio Ufficiale.

Prove di controllo

Caratteristiche e modalità d'uso delle apparecchiature che dovranno essere a disposizione in cantiere.

Misure del peso specifico o di volume

Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore per il fango. Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato.

Si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro. Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore. Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di ± 5 g/l.

Misura della viscosità

Si userà di regola l'imbuto di Marsh che consiste in un recipiente tronco - conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (611), altezza del tronco di cono 305 mm (1211); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/1611) e altezza 50,8 mm (211). Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.

Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm³ e il livello corrispondente 500 cm³.

Misura del pH

Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore.

Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango. Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

Misura del contenuto in sabbia

Si userà di regola un sabbimetro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa. Si otterrà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua. Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita.

Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenute cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

Misura dell'acqua libera e dello spessore del "cake"

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.

Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO₂).

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo.

Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella.

Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio bloccandola permanente con la vite di pressione. Poi si monterà la bomboletta di CO₂ e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar.

Nello stesso momento in cui si darà pressione si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.

L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato. Le misure in cm³ verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.

Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

Controllo del fango biodegradabile

Per il controllo di qualità del fango, a cura dell'Appaltatore e in contraddittorio con la Direzione Lavori, si eseguiranno determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- densità del fango biodegradabile fresco;
- densità del fango biodegradabile e viscosità del fango pronto per l'impiego;
- prova di decadimento.

I suddetti controlli verranno effettuati con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi, tranne che la prova di decadimento, che dovrà essere eseguita con frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

La formula prevista e studiata dall'Appaltatore, potrà essere assoggettata ad ulteriori prove se richieste dalla D.L.

Articolo 2.3.3.9.2 Micropali

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera. Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di confezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso, dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Il controllo della profondità dei preforni, rispetto alla quota di sottopinto, verrà effettuato in doppio modo:

- in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- in base alla lunghezza dell'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinale ad aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo 3 g/cm³ il peso specifico assoluto del cemento 2.65 g/cm³ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);

- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.),
- numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

Articolo 2.3.4 Paratie e diaframmi

La paratia od il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi. Le paratie ed i diaframmi potranno essere:

– a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato.

Caratteristiche prestazionali e tecniche dovranno rispettare quanto riportato negli elaborati tecnici ed esecutivi del presente progetto: **Elaborati Classe 10 (cfr. Elenco Elaborati)**

Articolo 2.3.4.1 Paratie costruite in opera

Le paratie costruite in opera possono essere delle tipologie di seguito riportate.

Articolo 2.3.4.1.1 Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Dette paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo del presente Capitolato Speciale.

Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

Come prima fase si deve eseguire una rimozione della coltre vegetale. Poi si eseguono le paratia di monte e poi gli scavi di sbancamento.

Per la zona in rilevato viene eseguito tamite la costipazione per strati di 50 cm del terreno trattato a calce, dopo aver raggiunto la quota di progetto e delle prove per determinare che i vari strati hanno le caratteristiche di progetto si possono eseguire i pali per la realizzazione della paratia di valle.

Articolo 2.3.4.1.2 Diaframmi in calcestruzzo armato

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna od altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) di lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo dovranno essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8÷16 kg di bentonite asciutta per 100 l d'acqua, salvo la facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della Direzione dei Lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione dei Lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

Articolo 2.3.4.2 Prove e verifiche sul diaframma

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione dei Lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

Articolo 2.3.5 Opere murarie

Le costruzioni in muratura devono essere realizzate nel rispetto di quanto contenuto nel D.M. 01 gennaio 2018 e relativa normativa tecnica vigente.

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi e i capichiave delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);
- per il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc...

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti sia fra le varie parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnarole e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca intorno e riempi tutte le commessure.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle commessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressa e lisciata con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere i 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per giorni 15 dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori.

Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fina; quelle di discesa delle immondezze saranno intonacate a cemento liscio. Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole, ecc., nello spessore dei muri siano lasciate aperte sopra una faccia, temporaneamente, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La Direzione dei Lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

Articolo 2.3.5.1 Murature di getto o calcestruzzo

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali di altezza da 0 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa. Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento. Solo nel caso di scavi molto larghi, la Direzione dei Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura deve, per ogni strato di cm 30 dall'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti. Quando il calcestruzzo sia da calare sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili e quegli altri mezzi d'immersione che la direzione dei lavori prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi con pregiudizio della sua consistenza. Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori stimerà necessario.

Articolo 2.3.6 Drenaggio e raccolta reflui

L'impianto sarà dotato di reti di drenaggio e raccolta come di seguito dettagliato:

- Rete raccolta reflui dalla fossa conferimenti;
- Rete raccolta reflui capannone di pre- e post-trattamenti;
- Rete raccolta e rilancio reflui biocelle;
- Rete raccolta reflui sezione di trattamento aria;
- Rete raccolta reflui lavaggio ruote automezzi in uscita;
- Opere per lo stoccaggio dei reflui.

Per i materiali impiegati si seguiranno le seguenti prescrizioni:

Tubi di polietilene (PE)

I tubi in PE saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2÷3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2,5 4,6 10). Il tipo a bassa densità risponderà alle norme UNI 6462-69 e 6463-69, mentre il tipo ad alta densità risponderà alle norme UNI 711, 7612, 7613, 7615.

Tubi di polietilene ad alta densità (HDPE)

Tubi di polietilene corrugato a doppia parete per condotte di scarico civili e industriali conformi EN 13476-3.

Tipologia strutturale tipo B, con parete interna liscia ed esterna corrugata con corrugazione anulare cava. Fornito in barre con banchiere a tenuta. Classe di rigidità cinconfrenziale SN (4-8).

Tubi di policloruro di vinile (PVC)

I tubi di PVC dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della Ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla Circolare Ministero Sanità 18.07.1967, n° 125.

Come previsto dalle norme UNI 7441-75, UNI EN ISO 1452-2-2010 e UNI EN 1329- 1:2018, i tubi si distinguono in:

- tipo 311, per fluidi non alimentari in pressione, con temperature fino a 60°C;
- tipo 312, per liquidi alimentari e acqua potabile in pressione, per temperature fino a 60 °C;
- tipo 313, per acqua potabile in pressione;
- tipo 301, per acque e ventilazione nei fabbricati, per temperature max. perm. di 50 °C;
- tipo 302, per acque di scarico, per temperature max perm. di 70 °C;
- tipo 303, per acque di scarico, interrate, per temperature max perm. di 40 °C.

Il Direttore dei Lavori potrà prelevare, a suo insindacabile giudizio, dei campioni da sottoporre a prove, a cura e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

Tubi drenanti in PVC

I tubi drenanti saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle DIN 16961, DIN 1187, e DIN 7748.

I tubi si distinguono nei seguenti tipi:

- tipo flessibile corrugato a sez. circolare, anche rivestito di filtro in geotessile o polipropilene, fessure di 1,3 mm di larghezza (D.E. da 50 a 200 mm);
- tipo rigido a doppia parete corrugato, sez. circolare, fessure di 0,8 mm di larghezza (D.I. da 100 a 250 mm);
- tipo tunnel corrugato con suola d'appoggio liscia, fessure 0,8 mm di larghezza (D.N. da 80 a 300 mm);

Per i tubi per adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

Tutte le tipologie di tubazioni si intendono comprensive di raccordi.

Pozzetti in HDPE

Pozzetti raccolta reflui in HDPE DN 800, spessore 30,6 mm. con fondo chiuso (1 cm) e collegato con saldatura ad estrusione.

Pozzetti di rilancio in HDPE DN 1200 con fondo chiuso (1 cm) e collegato con saldatura ad estrusione. Gli innesti delle tubazioni saranno effettuate mediante saldature a estrusione con diametri non superiori a DN 250.

Articolo 2.3.6.1 Rete raccolta reflui dalla fossa conferimenti

- Canaletta di raccolta:
- Realizzazione: canaletta in c.a. gettato in opera
- Dimensioni: 90 x 90 cm;
- Pendenza minima: 1%;
- Pozzetto di rilancio:
 - Realizzazione: c.a. gettato in opera;
 - Dimensioni: 1,5 x 1,5 x 1,3 m;
 - Volume reflui in ingresso: 3 m³/giorno;
 - Pompa sommergibile trituratrice: Portata pompa pari a 180 litri/minuto, Potenza pari a 2,2 kW, livello minimo stacco pari a 50 cm, numero massimo avviamenti pari a N. 10.

Articolo 2.3.6.2 Rete raccolta reflui capannone di pre e post trattamenti

Il sistema di collettamento di tali reflui dovrà essere costituito dai seguenti elementi aventi le caratteristiche riportate per ciascuno di essi:

- Canalette di raccolta:
 - Realizzazione: elementi in c.a. prefabbricati, carrabili, di dimensioni 28 cm (larghezza) x 100 cm (lunghezza) x 36 cm (altezza);
 - Pendenza: fondo con pendenza media dell'1% per consentire il deflusso dei reflui verso la tubazione di collettamento;
 - Tubazioni di collettamento: in HDPE aventi diametro pari a 250 mm e pendenza media dell'1%;
- Tubazioni di collettamento in HDPE, di diametro pari a 250 mm e pendenza media dell'1%;
- Pozzetto di raccolta:
- Materia: HDPE;
- DN 1200 mm al quale confluiscono le linee di adduzione reflui, dotato di pompa di rilancio;
 - Pompa di rilancio sommergibile munita di trituratore:
 - Pozzetto di accumulo: dimensioni pari a 1,2 x 1,0 m;
 - Volume pozzetto di rilancio: 0,6 m³;
 - Portata pompa pari a 60 litri/minuto;
 - Potenza pari a 1,5 kW;
 - Prevalenza pari a 20 m;
 - livello minimo stacco pari a 50 cm;
 - numero massimo avviamenti: N. 10.

Articolo 2.3.6.3 Rete raccolta e rilancio reflui biocelle

La linea di raccolta delle acque di processo prodotta all'interno delle biocelle dovrà essere composta da:

- Una canaletta in c.a. gettato in opera, larghezza 36 cm e profondità 30 cm, munita di griglia a tenuta;
- Tubazione in PVC DN 160 mm, per l'allontanamento del refluo prodotto dai cumuli;
- Tubazioni in HDPE DN 250 mm per l'allontanamento dei reflui raccolti nei pozzetti in uscita dalle biocelle;
- Pozzetto in HDPE DN 1200 mm munito di pompa sommersa per il rilancio verso il serbatoio di stoccaggio TK 3, da 50 m³;
- Sezione di filtraggio costituita da una coppia di filtri allocati all'interno di cestelli estraibili in acciaio inox AISI 316 con foratura da 6 mm; Ciascuno dei due filtri potrà operare fino a pressioni di 8 Bar e portata massima di 100 m³/h;
- Pompa sommergibile munita di tritatore di rilancio reflui;
- Dimensioni pozzetto di accumulo: diametro 1,2 x 1,0 m;
- Livello minimo stacco: 50 cm;
- Numero massimo di avviamenti in un'ora: 10;
- Volume accumulo pozzetto di rilancio: 0,6 m³;
- Portata pompa: 60 litri/minuto;
- Prevalenza pompa: 20 m;
- Potenza pompa: 15kW.

Articolo 2.3.6.4 Rete raccolta reflui sezione di trattamento aria

La sezione di trattamento aria prevista in progetto sarà dotata di un opportuno sistema di raccolta dei reflui prodotti, sia da scrubber che da biofiltro; nel dettaglio si prevede la realizzazione di:

- Platea scrubber:
- N. 3 pozzetti (uno per ciascuno scrubber) dimensioni 50 x 50;
- N. 3 pozzetti in HDPE di diametro 800 mm, muniti di caditoia, per la raccolta di eventuali reflui raccolti sulla platea di appoggio degli scrubber stessi;
 - Tubazioni in HDPE DN 250 mm, per la raccolta e l'allontanamento dei reflui verso i pozzetti di rilancio alla sezione di stoccaggio;
- N. 2 pozzetti di raccolta, in HDPE DN 1200 mm, dotato di pompa di rilancio ai serbatoi TK 7 e TK 8;
- Biofiltro:
 - N. 2 pozzetti di raccolta, in HDPE DN 1200, disposti alle due estremità del plenum di distribuzione aria;

Articolo 2.3.6.5 Rete raccolta reflui lavaggio ruote automezzi in uscita

La linea di raccolta dei reflui prodotti dal lavaggio dei mezzi sarà composta da:

- Canalette con griglia di drenaggio; le canalette saranno realizzate con elementi in c.a. prefabbricati, carrabili, di dimensioni 28 cm (larghezza) x 100 cm (lunghezza) x 36 cm (altezza) e fondo con pendenza media dell'1%;
- Tubazioni in HDPE DN 250 mm per l'allontanamento dei reflui prodotti;
- Pozzetto esterno di rilancio, in HDPE, DN 1000 mm per l'avvio del refluo all'interno del serbatoio di stoccaggio;
- Pompa di rilancio reflui;
- Dimensioni pozzetto di accumulo: 1,2 x 1,0 m;
- Livello minimo stacco della pompa: 50 cm;
- Numero massimo di avviamenti in un'ora: 10;

- Volume di accumulo del pozzetto di rilancio: 0,6 m³;
- Portata pompa: 60 litri/minuto;
- Prevalenza pompa: 17 m;
- Potenza pompa: 1,1 kW.

Articolo 2.3.6.6 Opere per lo stoccaggio dei reflui

I contenitori o serbatoi fissi o mobili utilizzati per lo stoccaggio dei rifiuti devono possedere adeguati requisiti di resistenza in relazione alle proprietà chimico-fisiche del rifiuto stesso. I contenitori e i serbatoi devono essere provvisti di sistema di chiusura, accessori e dispositivi atti ad effettuare in condizioni di sicurezza le operazioni di riempimento, travaso e svuotamento. I serbatoi di stoccaggio devono essere posti su di una superficie pavimentata ed ubicati all'interno di bacini di contenimento aventi capacità pari ad almeno il 30% del volume totale dei serbatoi, in ogni caso non inferiore al volume del serbatoio di maggiore capacità, aumentato del 10% e, inoltre, dotato di adeguato sistema di svuotamento. I contenitori devono essere raggruppati per tipologie omogenee di rifiuti e disposti in maniera tale da consentire una facile ispezione (passo d'uomo), l'accertamento di eventuali perdite e la rapida rimozione di eventuali contenitori danneggiati. I serbatoi di stoccaggi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Tipologia: Serbatoi fuori terra;
- Materiale: acciaio inox AISI 316;
- Bacino di contenimento impermeabilizzato.

Articolo 2.3.7 Vespai intercapedini e drenaggi

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Realizzazione di vespaio aerato con casseri a perdere in materiale plastico riciclato montati a secco e autobloccati in modo da formare un insieme di volte facenti corpo unico con le travi e/o i cordoli.

La fornitura deve prevedere: i casseri a perdere; la rete elettrosaldata diam mm. 5 maglia 20x20 con sovrapposizione dei fogli di cm. 10; il calcestruzzo cementizio Rck 25 MPa per il getto dei casseri e la realizzazione di solettina superiore di circa cm. 4, per un'altezza complessiva del vespaio di circa 45 cm (rif. Fabbricato servizi ed elaborati grafici civili)

Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

Articolo 2.3.8 Opere e Strutture di Calcestruzzo

Impasti di conglomerato cementizio

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità con quanto previsto nel DM 17/01/2018.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua - cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività e conformi alla [UNI EN 934](#).

L'impasto deve essere effettuato con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Controlli sul conglomerato cementizio

I controlli sul conglomerato saranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui al DM 17 gennaio 2018 ed avranno lo scopo di accertare che il conglomerato abbia una resistenza caratteristica a compressione non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari. Il prelievo dei campioni necessari avviene, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia. Il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini deve essere prelevato dagli impasti, al momento della posa in opera e alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia.

Norme di esecuzione per il cemento armato normale

Per l'esecuzione di opere in cemento armato normale, è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al DM 17 gennaio 2018; l'appaltatore deve attenersi a tutte le prescrizioni contenute nel summenzionato decreto.

Norme di esecuzione per il cemento armato precompresso

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato precompresso è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure di cui al DM 17 gennaio 2018; il Direttore dei Lavori e l'appaltatore ciascuno per quanto di propria competenza dovranno attenersi a tutte le prescrizioni contenute nel summenzionato decreto.

Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'appaltatore deve attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nelle leggi n. 1086/71 e n. 64/1974, , così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e nell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii.

Per le costruzioni ricadenti in zone dichiarate sismiche si dovrà fare riferimento alla normativa vigente e in particolare alle specifiche indicate nel summenzionato decreto .

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

Articolo 2.3.8.1 Generalità

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206.

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M.

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del D.M. 17 gennaio 2018. Più precisamente il controllo di accettazione va eseguito secondo quanto indicato nel punto 11.2.5 delle NTC 2018 a cura del Direttore dei Lavori e a carico dell'Appaltatore su ciascuna miscela omogenea, si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1;
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2.

Tab. 11.2.I

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c,min} \geq R_d - 3,5$	
$R_{cm,28} \geq R_d + 3,5$	$R_{cm,28} \geq R_d + 1,48 s$
(N° prelievi: 3)	(N° prelievi ≥ 15)

Ove: $R_{cm,28}$ = resistenza media dei prelievi (N/mm²); $R_{c,min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm²);
s = scarto quadratico medio

Le verifiche di resistenza al fuoco potranno eseguirsi con riferimento a UNI EN 1992-1-2.

Articolo 2.3.8.2 Norme per il cemento armato normale

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Affidatario dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

2.3.8.1 Armatura delle travi

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata coerentemente con il modello a traliccio adottato per il taglio e quindi applicando la regola della traslazione della risultante delle trazioni dovute al momento flettente, in funzione dell'angolo di inclinazione assunto per le bielle compresse di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

2.3.8.2 Armatura dei pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di $\frac{1}{4}$ del diametro massimo delle barre longitudinali.

2.3.8.3 Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

2.3.8.4 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali giunzioni sono qualificate secondo quanto indicato al punto 11.3.2.9 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per barre di diametro $\varnothing > 32$ mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Nell'assemblaggio o unione di due barre o elementi di armatura di acciaio per calcestruzzo armato possono essere usate giunzioni meccaniche mediante manicotti che garantiscano la continuità. Le giunzioni meccaniche possono essere progettate con riferimento a normative o documenti di comprovata validità.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Analoga attenzione dovrà essere posta nella progettazione delle armature per quanto riguarda: la definizione delle posizioni, le tolleranze di esecuzione e le modalità di piegatura. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670 "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

2.3.8.5 Paratie o Casseri

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere estratto e sostituito a cura ed a spese dell'Affidatario; esso può essere reinserito regolarmente se ancora utilizzabile a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere muniti di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni, preventivamente spianate, debbono essere munite di puntazze in ferro quando la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendone la parte sporgente quando sia stata riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

2.3.8.6 Malte e Conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

1°	Malta comune: Calce comune in pasta Sabbia	0,45 m ³ 0,90 m ³
2°	Malta semidraulica di pozzolana: Calce comune in pasta Sabbia Pozzolana	0,45 m ³ 0,45 m ³ 0,45 m ³
3°	Malta idraulica: Calce idraulica Sabbia	400 kg 1,0 m ³
4°	Malta idraulica di pozzolana: Calce comune in pasta Pozzolana	0,45 m ³ 0,90 m ³
5°	Malta cementizia: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia	300 kg 1,00 m ³
6°	Malta cementizia (per intonaci): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia	400 kg 1,00 m ³
7°	Calcestruzzo idraulico (per fondazione): Malta idraulica Pietrisco o ghiaia	0,45 m ³ 0,90 m ³
8°	Smalto idraulico per cappe: Malta idraulica Pietrisco	0,45 m ³ 0,90 m ³
9°	Conglomerato cementizio (per fondazioni non armate): Cemento normale (a lenta presa) Sabbia Pietrisco o ghiaia	2,00 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
10°	Conglomerato cementizio (per cunette, piazzuole, ecc.): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco o ghiaia	2÷2,5 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
11°	Conglomerato per calcestruzzi semplici ed armati: Cemento Sabbia Pietrisco e ghiaia	3,00 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
12°	Conglomerato per sottofondo di pavimentazioni in cemento a doppio strato: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco	2,00 q 0,400 m ³ 0,800 m ³

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Affidatario sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione dei Lavori e che l'Affidatario sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malta di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avvolto di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del D.M. 17 gennaio 2018.

Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore allo 0,4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

I getti debbono essere convenientemente vibrati.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.3.8.7 Calcestruzzo di aggregati leggeri

Nella esecuzione delle opere in cui sono utilizzati calcestruzzi di aggregati leggeri minerali, artificiali o naturali, con esclusione dei calcestruzzi aerati, l'Affidatario dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

Per le classi di densità e di resistenza normalizzate può farsi utile riferimento a quanto riportato nella norma UNI EN 206.

Valgono le specifiche prescrizioni sul controllo della qualità date nei punti 4.1 e 11.1. del D.M. 17 gennaio 2018.

2.3.8.8 Strutture Prefabbricate di Calcestruzzo Armato e Precompresso

Con struttura prefabbricata si intendono i componenti prodotti in stabilimenti permanenti o in impianti temporanei allestiti per uno specifico cantiere, ovvero realizzati a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute dal D.M. 17 gennaio 2018. Componenti di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Di produzione occasionale si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica. Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

I componenti in possesso di attestato di conformità secondo una specifica tecnica europea elaborata ai sensi del Regolamento UE n. 305/2011 (marcatura CE) ed i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea sono intesi aver con ciò assolto ogni requisito procedurale di cui al deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 05 novembre 1971, n. 1086 e alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Resta l'obbligo del deposito della documentazione tecnica presso l'ufficio regionale competente ai sensi della vigente legislazione in materia.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti 11.8.2, 11.8.3.4 e 11.8.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

Comunque per i controlli sui componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. ci si atterrà a quanto previsto nel punto 11.8 del D.M. 17 gennaio 2018.

2.3.8.9 Responsabilità e Competenze

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

È responsabilità del progettista e della Direzione dei Lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

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

I componenti di produzione occasionale devono inoltre essere realizzati sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori dell'opera di destinazione.

Articolo 2.3.8.3 Posa in Opera

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione della unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Articolo 2.3.8.4 Appoggi

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

I vincoli provvisori o definitivi devono essere progettati con particolare attenzione e, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono essere dimensionati in modo da consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

2.3.8.10 Tolleranze

Il progetto deve indicare le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente. Il componente che non rispetta tali tolleranze, sarà giudicato non conforme e quindi potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte della Direzione dei Lavori.

Il progetto dell'opera deve altresì tener conto delle tolleranze di produzione, tracciamento e montaggio assicurando un coerente funzionamento del complesso strutturale.

Il montaggio dei componenti ed il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dalla Direzione dei Lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

2.3.8.11 Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di

messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei Lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

2.3.8.12 Controllo, accettazione e documenti di accompagnamento

La Direzione dei Lavori è tenuta a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto previsto dalle norme tecniche vigenti.

Oltre a quanto previsto nei punti applicabili del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, ogni fornitura in cantiere di elementi costruttivi prefabbricati, sia di serie che occasionali, dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del d.P.R. n. 380/2001, da consegnare alla Direzione dei Lavori dell'opera in cui detti elementi costruttivi vengono inseriti, che ne curerà la conservazione.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- a) i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera, compreso l'elenco degli elementi forniti con relativi contrassegni;
- b) apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- c) le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- d) elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego e la manutenzione dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dalla Direzione dei Lavori al Committente, a conclusione dell'opera;
- e) per elementi di serie qualificati, certificato di origine firmato dal fabbricante, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal Direttore Tecnico responsabile della produzione. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare il nominativo del progettista e copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale;
- f) documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione della Direzione dei Lavori di cui all'art. 65 del d.P.R. n. 380/2001.

Prima di procedere all'accettazione dei manufatti, la Direzione dei Lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati, come prescritto dal punto 11.8.3.4 del succitato D.M.

Il fabbricante di elementi prefabbricati deve altresì fornire alla Direzione dei Lavori, e questi al Committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal Progettista e dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- a) destinazione del prodotto;
- b) requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- c) prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- d) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- e) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Nella documentazione di cui sopra il progettista deve indicare espressamente:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;
- se la sezione di un manufatto resistente deve essere completata in opera con getto integrativo, la resistenza richiesta;

la possibilità di impiego in ambiente aggressivo e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono.

Articolo 2.3.9 Strutture in Acciaio

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., dal D.M. 17 gennaio 2018, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 17 gennaio 2018. L'Affidatario sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) gli elaborati esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
- b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Affidatario.

Articolo 2.3.9.1 Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4$ mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore $t = 3$ mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

Articolo 2.3.9.2 Acciaio incrudito

Deve essere giustificato mediante specifica valutazione l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

Articolo 2.3.9.3 Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

Articolo 2.3.9.4 Problematiche specifiche

Oltre alle norme del D.M. 17 gennaio 2018, in relazione a:

- Preparazione del materiale,
- Tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio,
- Impiego dei ferri piatti,
- Variazioni di sezione,
- Intersezioni,
- Collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi,
- Tolleranze foro – bullone. Interassi dei bulloni e dei chiodi. Distanze dai margini,
- Collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza,
- Collegamenti saldati,
- Collegamenti per contatto,

si può far riferimento a normative di comprovata validità.

Articolo 2.3.9.5 Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

Articolo 2.3.9.6 Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrasspessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

Articolo 2.3.9.7 Controlli in Corso di Lavorazione

L'Affidatario dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Affidatario informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Articolo 2.3.9.8 Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati

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

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità

sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

L'Affidatario dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Affidatario informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Articolo 2.3.9.9 Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano sovrasollecitate o deformate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Articolo 2.3.9.10 Prove di Carico e Collaudo Statico

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni della Convenzione.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Affidatario, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i.

Articolo 2.3.10 Solai

Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi dovranno essere tali da sopportare, a seconda della destinazione prevista per i relativi locali, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, previsti nel DM 17 gennaio 2018.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appendilumi del numero, forma e posizione che, a sua richiesta, saranno precisati dalla Direzione dei Lavori.

Le coperture degli ambienti e dei vani e le partizioni orizzontali potranno essere eseguite secondo le tipologie di seguito elencate.

Articolo 2.3.10.1 Solai di Cemento Armato - Misti - Prefabbricati: Generalità e Classificazione

Nei successivi punti sono trattati i solai realizzati esclusivamente in calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso o misti in calcestruzzo armato precompresso e blocchi in laterizio od in altri materiali.

Vengono considerati sia i solai eseguiti in opera che quelli formati dall'associazione di elementi prefabbricati.

Per tutti i solai valgono le prescrizioni già date per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, ed in particolare valgono le prescrizioni contenute nel D.M. 17 gennaio 2018.

I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

- 1) solai con getto pieno: di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;
- 2) solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento collaboranti e non, di laterizio od altro materiale;
- 3) solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

Articolo 2.3.10.2 Solai misti di C.A. e C.A.P. e Blocchi forati in laterizio o in calcestruzzo

a) Nei solai misti in calcestruzzo armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i blocchi in laterizio hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidità flessionale del solaio.

Essi si suddividono in:

- 1) blocchi collaboranti
- 2) blocchi non collaboranti.

Nel caso di blocchi non collaboranti la resistenza allo stato limite ultimo è affidata al calcestruzzo ed alle armature ordinarie e/o di precompressione.

Nel caso di blocchi collaboranti questi partecipano alla resistenza in modo solidale con gli altri materiali.

I blocchi di cui al punto 2), devono essere conformati in modo che, nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra di laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitante la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse.

Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme.

b) Protezione delle armature.

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare conformata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per quanto attiene la distribuzione delle armature: trasversali, longitudinali, per taglio, si fa riferimento alle citate norme contenute nel D.M. 17 gennaio 2018.

In fase di esecuzione, prima di procedere ai getti, i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

c) Conglomerati per i getti in opera.

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

Articolo 2.3.11 Controsoffitti

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (od anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni od altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, incrinature o distacchi dell'intonaco. Al manifestarsi di tali screpolature la Direzione dei Lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Appaltatore il rifacimento, a carico di quest'ultimo, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, ecc.).

Dalla faccia inferiore di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appendilumi e/o si dovranno prevedere adatti fori per l'inserimento di corpi illuminanti ad incasso. Tutti i legnami impegnati per qualsiasi scopo nei controsoffitti dovranno essere abbondantemente spalmati di carbolino su tutte le facce.

La Direzione Lavori potrà prescrivere la predisposizione di adatte griglie o sfatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dal controsoffitto.

Articolo 2.3.11.1 Controsoffitto in cartongesso

I controsoffitti saranno costituiti da una lastra in cartongesso fissata ad una struttura di sostegno, a sua volta ancorata con fili di sospensione e tasselli ad espansione al soffitto. Le giunzioni tra pannelli verranno opportunamente stuccate con l'impiego di tela e gesso, e convenientemente rasate e carteggiate.

Articolo 2.3.11.2 Controsoffitto fonoassorbente

I controsoffitti fonoassorbenti saranno composti da pannelli, con fresature orizzontali sulla parte in vista e fori sul retro, misura delle fresate 2, 3 mm, passi 11, 16, 32 mm. Dimensione dogia L2790 x H133 sp.16 mm, in densità media a basso contenuto di formaldeide (E1) e certificato di reazione al fuoco in Euroclasse B-s2,d0, rivestimento esterno in LACCATO RAL, interno in tnt autoestinguente da 70 gr/mq, fresature "maschio- femmina" sui lati lunghi e fresatura "femmina-femmina" sui lati corti, peso circa 11.5 kg/mq. La struttura sarà costituita da pendinatura in acciaio ø 4 mm per ribassamento a soffitto esistente, doppia sottostruttura costituita da profili a C 27/50/27 posizionati a passo 60 cm circa e clips di fissaggio. Nell'intercapedine tra i profili di lamiera zincata e le doghe dovrà essere inserita fibra di poliestere 1200X600

mm 40 kg/mc sp. 20 mm Euroclasse B-s2,d0. Il profilo perimetrale di finitura sarà a "L" in alluminio.

Articolo 2.3.12 Tetti, opere da lattoniere

Per coperture discontinue (a falda) s'intendono quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti. L'affidabilità di una copertura dipende da quella dei singoli strati o elementi; fondamentale importanza riveste la realizzazione dell'elemento di tenuta, disciplinata dalla norma UNI 9308-1 ("Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione. Elemento di tenuta"). Le coperture discontinue si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

Salvo il caso in cui non sia diversamente previsto negli altri documenti progettuali (o nel caso in cui questi non siano sufficientemente dettagliati), ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali di seguito indicati (definiti secondo la norma UNI 8178):

a) copertura non termoisolata e non ventilata:

- elemento portante con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;
- strato di pendenza con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
- elemento di supporto con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
- elemento di tenuta con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

b) copertura non termoisolata e ventilata:

- strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- strato di pendenza (sempre integrato);
- elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

c) copertura termoisolata e non ventilata:

- elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- strato di pendenza (sempre integrato);
- elemento portante;
- strato di schermo al vapore o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di supporto;
- elemento di tenuta.

d) copertura termoisolata e ventilata:

- l'elemento termoisolante;
- lo strato di ventilazione;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura. Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto. Ove questi ultimi non risultino specificati in dettaglio nel progetto o, eventualmente, a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) per l'elemento portante vale quanto riportato nel paragrafo apposito;
- b) per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nel paragrafo apposito;
- c) per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente Capitolato Speciale su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante e nel sostenere lo strato sovrastante;
- d) l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nel paragrafo apposito presente Capitolato Speciale sui prodotti per coperture discontinue; in fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza; attenzione particolare sarà data alla realizzazione di bordi, punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali ed il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.);
- e) per lo strato di ventilazione vale quanto riportato precedentemente. Nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, inoltre, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola;
- f) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore sarà realizzato come indicato nel paragrafo apposito.

Per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo Capitolato Speciale ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture discontinue (a falda) opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà:

- i collegamenti tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti e/o delle sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito;
- per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, condizioni di carico (frecce), resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito a fronte delle ipotesi di progetto. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Articolo 2.3.12.1 Esecuzione di Coperture Continue (Piane)

1) Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza strato di ventilazione.

2) Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo le norme UNI 8178).

Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni.

La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- strato di pendenza (se necessario);
- elemento di tenuta all'acqua;
- strato di protezione.

La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- strato di pendenza;
- strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di tenuta all'acqua;
- elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- strato filtrante;
- strato di protezione.

La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni delle UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

3) Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.;
- per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui prodotti per isolamento termico ed inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo stato contiguo;
- per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo;

- lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc. capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti;
- lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo.

a) Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'articolo prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

b) Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo prodotti per impermeabilizzazione. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto, che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

- Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei Lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.

- Lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto.

I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

- Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinvia per i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

- Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere articolo prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

- Per gli altri strati complementari riportati nelle norme UNI 8178 si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

4) La Direzione dei Lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà l'adozione dei criteri per la sicurezza degli operatori e che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione);
- la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Articolo 2.3.12.2 Esecuzione di Coperture Discontinue (a Falda)

1) Si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

2) La progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con tegole di laterizio o calcestruzzo dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma UNI 9460.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo le norme UNI 8178).

Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni.

a) La copertura non termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante: con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;
- strato di pendenza: con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
- elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
- elemento di tenuta: con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche-fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

b) La copertura non termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi funzionali:

- lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

c) La copertura termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante, con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore: con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

d) La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante;
- lo strato di ventilazione;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

e) La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni delle UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

3) Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

-Per l'elemento portante vale quanto riportato nell'articolo "Esecuzione di Coperture Continue (Piane)", punto 3.

-Per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nell'articolo "Esecuzione di Coperture Continue (Piane)", punto 3.

-Per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante nel sostenere lo strato sovrastante.

-L'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nell'articolo sui prodotti per coperture discontinue.

In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza.

Attenzione particolare sarà data alla realizzazione dei bordi, punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali ed il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.).

-Per lo strato di ventilazione vale quanto riportato nell'articolo "Esecuzione di Coperture Continue (Piane)", inoltre nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola.

-Lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore sarà realizzato come indicato nell'articolo "Esecuzione di Coperture Continue (Piane)".

-Per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

4) La Direzione dei Lavori per la realizzazione delle coperture discontinue (a falda) opererà come segue:

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà l'adozione dei criteri per la sicurezza degli operatori, la conformità alla norma UNI 9460 e che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, condizioni di carico (frecce), resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito a fronte delle ipotesi di progetto. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Articolo 2.3.12.3 Copertura in tegole curve o coppi

La copertura in tegole a secco si farà posando sulla superficie da coprire un primo strato di tegole con la convessità rivolta verso il basso, disposte a filari ben allineati ed attigui, sovrapposte per cm 15 ed assicurate con frammenti di laterizi. Su questo tratto se ne collocherà un secondo con la convessità rivolta verso l'alto, similmente accavallate per cm 15 disposte in modo che ricoprano la connessura fra le tegole sottostanti. Le teste delle tegole in ambedue gli strati saranno perfettamente allineate con la cordicella sia nel senso parallelo alla gronda che in qualunque senso diagonale. Il comignolo, i displuvi ed i compluvi saranno formati con tegoloni. I tegoloni del comignolo e dei displuvi saranno diligentemente suggellati con malta, e così pure saranno suggellate tutte le tegole che formano contorno delle falde, o che poggiano contro i muri, lucernari, canne da camino e simili. Le tegole che vanno in opera sulle murature verranno posate sul letto di malta. La copertura di tegole sul letto di malta verrà eseguita con le stesse norme indicate per la copertura di tegole a secco; il letto di malta avrà lo spessore di cm 4-5.

Articolo 2.3.12.4 Copertura in tegole alla romana

La copertura in tegole alla romana composta di tegole piane (embrici) e di tegole curve (coppi) si eseguirà con le stesse norme della precedente, salvo che si poserà sulla superficie da coprire il primo strato di tegole piane debitamente intervallate e sovrapposte, e successivamente il secondo strato di tegole curve che ricopriranno i vuoti fra i vari filari di tegole piane. Anche per questo tipo di copertura a secco dovrà eseguirsi con calce idraulica mezzana la necessaria muratura delle testate e dei colmi, la calce a scarpa ecc. In corrispondenza delle gronde dovranno impiegarsi embrici speciali a lato parallelo.

Articolo 2.3.12.5 Coperture in lastre sagomate*Senso di posa e pendenza minima*

Le lastre dovranno essere poste in opera con le nervature parallele alla linea della massima pendenza della falda. I valori di pendenza minima da adottare sono direttamente in funzione oltre che della caratteristica climatica della zona:

- a) della conformazione del profilo della lastra e specificatamente dell'altezza e del passo delle nervature principali (portata del canale compreso fra due nervature contigue);
- b) della presenza o meno di sormonti trasversali nel senso della pendenza;
- c) della presenza o meno in copertura di superfici luminose realizzate con cupolini o lastre sagomate in materiali di sintesi, quando queste non sono in lunghezza di falda o di corpi emergenti (camini, prese d'aria, etc.).

Sormonti longitudinali

La sovrapposizione nel senso longitudinale delle lastre dovrà essere realizzata sovrapponendo la nervatura di bordo della lastre (nervatura di sormonto) alla nervatura di bordo della lastra contigua (nervatura sormontata). Il sormonto deve essere effettuato nel senso contrario alla direzione dei venti dominanti.

Sormonti trasversali al senso della pendenza.

I sormonti trasversali dovranno essere realizzati sempre in corrispondenza degli elementi di supporto strutturali dove sono previsti i punti di fissaggio. Il sormonto deve essere previsto in modo che l'asse del punto di fissaggio si trovi, a metà della sua lunghezza. Per valori minori lo sforzo determinato dall'azione del vento potrebbe determinare la lesionatura della lastra per contrasto con l'elemento di fissaggio.

Per una posa senza guarnizione di tenuta, occorre prevedere una lunghezza di sormonto non inferiore a:

- mm 250, in rapporto alla situazione climatica, per pendenze inferiori al 15%;
- mm 200, in rapporto alla situazione climatica, per pendenze uguali e superiori al 15%.

Per pose con idonee guarnizioni di tenuta la lunghezza del sormonto deve essere compresa tra 150 e 200 mm. La guarnizione deve essere posizionata sulla lastra sormontata in posizione a valle dell'elemento di fissaggio.

Fissaggio della lastra agli elementi strutturali portanti

Il fissaggio delle lastre di copertura agli elementi strutturali, per una maggiore sicurezza di tenuta, deve essere normalmente realizzato sulla sommità della nervatura:

- con viti autofilettanti per il fissaggio su supporti realizzati con scatolati in acciaio;
- con viti automaschianti per il fissaggio su supporti realizzati con profilati in acciaio;
- con tirafondi per il fissaggio in supporti realizzati con listelli in legno.

Per assicurare la resistenza meccanica ed una buona tenuta alle penetrazioni di umidità l'elemento di fissaggio è previsto normalmente integrato da:

- cavallotti realizzati in acciaio o alluminio o rame, con forma uguale a quella della greca o dell'onda;
- guarnizioni, e rondelle di tenuta in materiale elastomerico rigido o dello stesso metallo dei cavallotti;
- guarnizione di tenuta d'appoggio in elastomero o feltro bituminoso.

Le teste delle viti dovranno essere in nylon, acciaio inox o alluminio.

Ripartizione e numero minimo dei punti di fissaggio.

E' prescritto il fissaggio:

- delle nervature di bordo di tutte le lastre;
- delle nervature principali per le lastre;
- in aggetto o lungo la linea di gronda;
- lungo la linea di colmo;
- lungo la linea di sormonto trasversale.

Nel caso di corpi emergenti che comportino il taglio di almeno due nervature principali contigue, tutte le nervature della lastra dovranno essere fissate. Il numero minimo dei punti di fissaggio che è opportuno effettuare varia in rapporto alle caratteristiche strutturali dei diversi tipi di lastra, al tipo di assemblaggio (in rapporto all'elemento di supporto ed all'elemento di fissaggio che viene utilizzato), alla situazione ambientale riguardo alle depressioni determinate dall'azione del vento.

Per incrementare la resistenza di quelle parti della copertura dove sono maggiori gli effetti del vento è previsto il fissaggio delle nervature principali, in corrispondenza del penultimo arcareccio delle lastre prima della linea di gronda o di gronda o di un colmo a shed.

Articolo 2.3.13 Impermeabilizzazioni

Per opere di impermeabilizzazione si intendono quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra etc...) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti. Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni di opere interrato;
- d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali, ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per le impermeabilizzazioni di coperture;
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni.
- per la impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:

a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno.

Inoltre durante la realizzazione si curerà che risvolti, punti di passaggio di tubazioni, etc... siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.

b) Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato nella precedente lettera a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.

c) Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.

d) Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno quelli che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc..., in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.) le modalità di applicazione ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

e) Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà:

- i collegamenti tra gli strati;
- la realizzazione di giunti/ sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito.

Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc...);
- la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua;
- le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc...

b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e la compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento. Avrà inoltre cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione.

Articolo 2.3.13.1 Impermeabilizzazione membrane bitumero polimero elastoplastomeriche

Manto impermeabile prefabbricato doppio strato costituito da membrane bitumero polimero elastoplastomeriche di cui la prima armata con tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo, la seconda con rivestimento superiore in ardesia entrambe con flessibilità a freddo -10 °C, applicate a fiamma nella medesima direzione longitudinale ma sfalsate di 50 cm l'una rispetto all'altra, su massetto di sottofondo, escluso, di superfici orizzontali o inclinate, previo trattamento con idoneo primer bituminoso, con sovrapposizione dei sormonti di $8 \div 10$ cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli. Possibilità delle seguenti opzioni:

- prima membrana di spessore 4 mm e seconda membrana da 3,5 kg entrambe armate con filo continuo di poliestere non tessuto:

- prima membrana di spessore 4 mm e seconda membrana da 4,5 kg entrambe armate con filo continuo di poliestere non tessuto.

Tutte le superfici di posa su cui deve essere applicato devono essere planari, asciutte, pulite ed esenti da impurità o sostanze incoerenti. Nel caso di applicazione su vecchie stratigrafie impermeabili (rifacimenti), è necessario verificare inoltre la corretta adesione della vecchia stratigrafia al supporto e dei singoli strati. Umidità eccessiva delle superfici da impermeabilizzare può causare il distacco delle membrane. Se applicata su strati coibenti, questi ultimi devono sempre essere posati su una idonea barriera al vapore; il singolo pannello coibente dovrà essere incollato o fissato meccanicamente al supporto sottostante. L'applicazione delle membrane deve avvenire previa stesura di un promotore di adesione: a base solvente, o a base acqua. L'applicazione avviene in genere per incollaggio totale mediante fiamma leggera di gas propano, seguendo le indicazioni riportate nella tabella delle destinazioni d'uso. Evitare durante la posa in opera della membrana qualsiasi azione di punzonamento superficiale che possa danneggiare la superficie della membrana (scarpe chiodate, appoggi con superficie piccola o a punta, oggetti taglienti, etc.).

Articolo 2.3.13.2 Manto impermeabile realizzato con teli sintetici in fpo

Manto impermeabile e barriera passiva al gas radon, realizzato con teli sintetici in FPO accoppiato a un tessuto non tessuto conforme alla normativa EN 13967, da applicare in pre getto per strutture interrato o altre strutture di contenimento scavo, in rotoli da 1 x 20 m.

Il supporto deve presentarsi solido e stabile, può anche essere umido, ma deve essere privo di acqua stagnante. Le superfici sulle quali deve essere devono essere regolari e prive di grosse protuberanze o grossi vuoti.

Orizzontalmente

Realizzare un magrone sul terreno al fine di disporre di un piano uniforme per la stesura del manto. Stendere sul piano orizzontale e perimetralmente sul verticale per un'altezza maggiore di quello che sarà lo spessore di platea. Longitudinalmente i diversi teli si sovrapporranno e incolleranno l'un l'altro mediante la cimosa autoadesiva; le giunzioni di testa fra rotoli diversi invece andranno realizzate mediante fascia protettiva. Prima di procedere alla posa delle armature e al successivo getto, assicurarsi che tali giunzioni siano accuratamente incollate; in caso si trovassero delle giunzioni mal incollate, ripristinare la tenuta della giunzione.

Articolo 2.3.14 Opere di protezione termica ed acustica

Articolo 2.3.14.1 Intercapedine/cappotto polistirene espanso

Sistema di isolamento termico del tipo a cappotto per esterno, composto da pannellitermoisolanti in polistirene espanso sinterizzato classe 100 di dimensioni 1200 x 600 mm e spessore 3-10 mm. Il sistema, che possiede omologazione tecnica europea ETA, assicura un elevato isolamento termico di pareti per tutti i tipi di strutture nuove e antiche. I pannelli termoisolanti in polistirene espanso, hanno conduttività termica dichiarata λ_D pari a 0.035 W/m²°K (secondo norma UNI 12667), resistenza alla compressione (norma EN 826) al 10% di deformazione ≥ 100 kPa, resistenza a flessione (norma EN 12089) ≥ 150 kPa, fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo (norma EN 12086) compreso tra 30-70 e classe 1 di reazione al fuoco (norma UNI 8457), Euroclasse E autoestinguente (EN 11925/2). La posa in opera dei pannelli andrà eseguita previa adeguata preparazione del supporto e secondo gli schemi dei particolari costruttivi negli elaborati di progetto.

I pannelli saranno incollati al piano di posa con adesivo cementizio applicato formando un cordolo a "corona", della larghezza di ca. 50-60 mm, all'intradosso del pannello stesso e lasciando uno spazio di ca. 20-30 mm dal perimetro esterno del pannello. L'adesivo sarà inoltre applicato anche all'interno della corona formando due porzioni circolari aventi diametro di ca. 20 mm (copertura di almeno il 40 % della superficie). Trascorse almeno 24 ore e comunque in funzione alla asciugatura del collante di ancoraggio

dei pannelli isolanti, eseguire il fissaggio meccanico con tasselli ad espansione in PVC con perno, a filo dell'isolante ed in ragione di almeno 6 tasselli al m². La tassellatura andrà eseguita in corrispondenza di tutti gli spigoli dei pannelli, con lunghezza tale da garantire il fissaggio per almeno 4 cm all'interno della muratura.

Articolo 2.3.14.2 Isolamento termico solai e coperture

L'isolamento termico della copertura a falde dovrà essere realizzato utilizzando un sistema di isolamento costituito da: pannello monolitico strutturale, componibile, portante ed isolante, autoestinguente, realizzato con schiuma poliuretanica rigida a celle chiuse di densità 38 kg/m³, euroclasse F (EN 13501-1) con conduttività termica dichiarata λ_D pari o migliore a quanto previsto negli elaborati di progetto e nelle relazioni specialistiche (RELAZIONE TECNICA EX.ART.20 L.10/91).

Il pannello è conformato con battentatura longitudinale di sovrapposizione sul lato lungo e incastro a coda di rondine sul lato corto. Il rivestimento del pannello è costituito da lamina in alluminio goffrato sia all'intradosso che all'estradosso.

Il pannello dovrà essere munito di marcatura CE comprovata da certificati rilasciati da enti accreditati. Il pannello sarà dotato di correntino portategola con altezza 3/4 cm ed integrato nel pannello. È dotato di una nervatura longitudinale, sulla parte piana di appoggio al pannello in poliuretano, che ostacola l'eventuale risalita capillare dell'acqua. Il correntino è inoltre provvisto di fori, nella zona piana di appoggio della tegola, per l'utilizzo di accessori quali il listello aerato o la linguetta metallica per il fissaggio meccanico delle tegole.

Articolo 2.3.14.3 Isolamento acustico solai lattice sintetico di gomma

Isolamento acustico dei solai dai rumori di calpestio per pavimenti in feltro costituito da fibre di vetro lunghe feltrate e legate mediante collanti, con una faccia rivestita da un film di polietilene microforato per uno spessore del pannello di mm 3, fornito e posto in opera. Sono compresi: i risvolti; le sovrapposizioni. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita.

Articolo 2.3.15 Rivestimenti

Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio. I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzioni in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

Sistemi realizzati con prodotti rigidi

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto e, a completamento del progetto, con le indicazioni seguenti:

a) per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, etc... con dimensioni e pesi simili) si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali.

In alternativa alla posa con letto di malta si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc. in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

b) Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili) a loro

volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci o similari. In ogni caso i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche.

Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

c) Per le lastre, i pannelli, ecc..., a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto alla precedente lettera b) per le lastre.

Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, l'esecuzione dei fissaggi la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumore indotte da vento, pioggia, ecc. Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

3. Sistemi realizzati con prodotti flessibili

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessuti, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nel presente Capitolato Speciale e a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti.

A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia ed asportazione dei materiali esistenti nonché al riempimento di fessure, piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc. avendo cura di eliminare, al termine, la polvere ed i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio ed il supporto durante la posa.

Si stenderà uno strato di fondo (fissativo) solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua) in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessuti) si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile allo scopo di ottenere la levigatezza e continuità volute.

Si applica infine il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato ecc...

Durante l'applicazione si curerà la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

Sistemi realizzati con prodotti fluidi

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto (con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, etc.) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- su pietre naturali ed artificiali impregnazione della superficie con siliconi o oli fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli UV, al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;
- su intonaci esterni:
- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche;
- su intonaci interni:
- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;
- su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 ("Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica") o UNI 8760 ("Edilizia. Sistemi di rivestimento plastico ad applicazione continua (RPAC). Criteri per l'informazione tecnica") e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione e le condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento opererà come di seguito:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà:

- per i rivestimenti rigidi le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, etc...;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi od in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a) verificando la loro completezza, ecc. specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori;

b) a conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto.

2.3.15.1 Rivestimenti in ceramica smaltata

Le pareti di servizi igienici, cucinette / tisanerie, vuotatoi e simili saranno rivestite per tutt'altezza e comunque fino al limite superiore degli infissi interni piastrelle in ceramica di prima scelta commerciale, di qualsiasi forma e dimensione ed a qualsiasi altezza, posate in opera con colla adesiva compreso tagli, sfridi, sigillatura delle fughe con apposito sigillante idrorepellente, pezzi speciali, paraspigoli in PVC, pulizia della superficie piastrellata, trasporto in discarica del materiale di risulta, ponteggi.

Articolo 2.3.16 Intonaci

Gli intonaci siano interni che esterni non dovranno essere eseguiti prima che le malte allettanti le murature su cui andranno applicati non abbiano fatto conveniente presa. Gli intonaci non dovranno essere fatti nei periodi di temperatura troppo rigida od elevata. Negli intonaci su pareti interne dovranno essere eseguiti canaletti di distacco tra le pareti e i soffitti, applicazioni di paraspigoli in metallo levigatura delle pareti eseguita in modo tale da consentire l'applicazione di tinte lavabili; in questo caso

sull'intonaco grezzo dovranno essere applicati strati di polvere di marmo, e calce spenta. Gli intonaci di qualunque specie non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, nei piani, nei piombi, distacchi delle murature ecc.. Gli intonaci che presentassero comunque difetti compresi gli schioppettii, sfioriture o screpolature dovranno essere demoliti e rifatti a spese dell'appaltatore, restando a suo carico i necessari ripristini, nonché il risarcimento di eventuali danni. Nell'esecuzione degli intonaci dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni: si dovranno predisporre opportune fasce poste alla distanza di ml. 1 in modo da ottenere un intonaco ben piano e verticale, verrà applicato quindi alla muratura un primo strato di malta, gettato con forza in modo da penetrare in tutti gli interstizi e li riempia, si provvederà poi alla regolarizzazione con il regolo. Quando il rinzafo avrà ottenuto una leggera presa si applicherà su di esso un leggero strato di malta fina che si conguaglia con cazzuola e fratazzino stuccando ogni fessura e togliendo ogni asperità affinché le pareti siano regolari. Appena l'intonaco grezzo di cui al paragrafo precedente avrà preso consistenza, dovrà essere disteso su di esso uno strato formato con la corrispondente colla di malta fina che verrà conguagliata in modo tale che l'intera superficie risulti perfettamente uniforme e piana. L'intonaco grezzo dovrà essere abbondantemente bagnato per l'applicazione dello strato di colla qualora risulti già essiccato. Nei prezzi di tutti gli intonaci si intende sempre compreso il trasporto, il sollevamento, lo scarico, la pulizia e l'allontanamento di tutti i materiali e le attrezzature occorrenti per la loro esecuzione. Sono altresì comprese tutte le attività necessarie per la esecuzione a regola d'arte, quali la disposizione di guide, la esecuzione dei raccordi degli angoli, la profilatura degli spigoli compresa fornitura e posa di paraspigoli in lamiera zincata o alluminio di qualsiasi altezza, gli scuretti, ecc. su qualsiasi tipo di superficie, in ambienti di qualsiasi dimensione, e per qualsiasi spessore. Le finiture dei vari tipi di intonaco dovranno essere eseguite con idonee attrezzature (frattazzo lungo, frattazzo fine, frattazzo metallico, frattazzo a spugna, a spatola, sotto staggia, ecc.) in modo da evitare rugosità e gobbe. La tolleranza ammessa per la complanarità e l'appiombamento è di 1,5 mm al metro per gli intonaci di finitura. Per gli intonaci esterni è compreso l'uso dei ponteggi di facciata, se esistenti; se non sono esistenti devono essere computati a parte; e sempre compreso l'uso dei piani di lavoro interni.

Rasatura E Finitura

Rasatura e finitura a civile di pareti in calcestruzzo, intonaci cementiti e in malta bastarda, vecchie pitture al quarzo, graffiati plastici, cartongesso, ecc., all'interno e all'esterno, mediante applicazione a spatola di malta monocomponente a base di leganti speciali ad alta resistenza, aggregati selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in polvere. Il prodotto dovrà essere applicato nello spessore massimo, per strato, di circa 3 mm e, successivamente, rifinito con la stessa spatola metallica o con fratazzino di spugna.

Intonaco Grezzo O Arricciatura

Predisposte le fasce verticali, sotto regola di guida, in numero sufficiente verrà applicato alle murature l'intonaco costituito da due strati di malta, il primo destinato all'aggrappaggio, il secondo con funzione di livellamento. Il terzo strato è quello che dà la finitura e a seconda del tipo di malta e della lavorazione si avranno diverse soluzioni.

Intonaco Comune O Civile

Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si stenderanno, su di esso, tre strati di malta, un primo di rinzafo, un secondo tirato in piano con regolo e fratazzo e la predisposizione di guide ed un terzo strato di finitura che si conguaglierà con le fasce di guida in modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

Intonaci Colorati

Per gli intonaci delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna parte delle facciate stesse.

Per dette facciate potranno venire ordinati anche i graffiti, che si otterranno aggiungendo ad uno strato di intonaco colorato, come sopra descritto, un secondo strato pure colorato ad altro colore, che poi verrà raschiato, secondo opportuni disegni, fino a far apparire il precedente. Il secondo strato di intonaco colorato dovrà avere lo spessore di almeno mm 2.

Intonaco A Stucco

L'intonaco a stucco dovrà essere applicato dopo la presa dell'intonaco grezzo e sarà costituito da due strati; il primo strato (2/2,5 mm. di spessore) sarà formato con malta per stucchi ed il secondo strato (1,5 mm. di spessore) sarà formato con colla di stucco.

La superficie verrà lisciata con fratazzo di acciaio così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la benché minima imperfezione. Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla Direzione dei Lavori.

Intonaco A Stucco Lucido

Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo deve essere preparato con maggiore diligenza e deve essere di uniforme grossezza ed assolutamente privo di fenditure. Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto, si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone bianco e quindi si comprime e si tira a lucido prima con una lama fredda e poi con una calda fino, alla lucidatura, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro.

Terminata l'operazione si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea, lisciandolo con pannolino.

Articolo 2.3.17 Tinteggiature

Idropittura

Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta per tutte le superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri naturali. Preparazione del supporto mediante spazzolatura e pulizia della superficie. Prima dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, inumidire con acqua la superficie. Applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.

Pittura A Base Di Resina Siliconica In Dispersione Acquosa Per Esterni Ad Alta Traspirabilità E Idrorepellenza

Pitturazione di intonaci, intonaci deumidificanti, superfici cementizie in genere, riverniciatura su vecchie pitture, mediante applicazione di pittura a base di resina siliconica in dispersione acquosa ad alta traspirabilità e idrorepellenza. L'applicazione dovrà avvenire in due mani successive, a rullo, a pennello o a spruzzo previa applicazione di idoneo primer.

Articolo 2.3.18 Opere di vetratura e serramentistica

Per opere di vetratura si intendono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti simili sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Per opere di serramentistica si intendono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto; ove quest'ultimo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti:

a) Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento. Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI EN 12758 del 2004 e UNI 7697). Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

b) I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata. Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 ("Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione. Materiali e posa in opera") potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente Capitolato Speciale nei limiti di validità della norma stessa.

3. La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e, qualora non precisato, secondo le prescrizioni seguenti:

a) Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

b) Il giunto tra controtelaio e telaio fisso se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo, se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento od i carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

c) la posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta.

d) Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito. Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antiefrazione) acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

4. Il Direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del Capitolato Speciale e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.

b) A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc...

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Articolo 2.3.19 Pareti esterne e partizioni Interne

Per parete esterna si intende il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno; per partizione interna si intende un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Per l'esecuzione delle pareti perimetrali esterne e partizioni interna ci si dovrà riferire alle stratigrafie degli elaborati di progetto (cfr. Elaborati di progetto Classe 2 OPERE CIVILI).

Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

Quando non diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) ciascuna delle categorie di parete sopra citata si intende composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue:

a) Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e prodotti rispondenti al presente Capitolato Speciale (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.). Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti ed, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto ed il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, ecc...) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc..., sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e comunque posando correttamente le guarnizioni ed i sigillanti in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, isolamento termico, acustico, ecc. tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc... La posa di scossaline coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti ed in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

Il montaggio dei vetri e dei serramenti avverrà secondo le indicazioni date nel presente Capitolato Speciale a loro dedicato.

b) Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti simili saranno realizzate con le modalità descritte nel presente Capitolato Speciale relativo alle opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione

particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date del presente Capitolato Speciale relativo alle coperture piane.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

c) Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto) devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo relativo ai prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) ed approvate dalla Direzione dei Lavori. Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto in modo da rispettare le dimensioni, tolleranze ed i giochi previsti o comunque necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati ed installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche. Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc... che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti ed essere completate con sigillature, ecc...

Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti; analogamente si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc...

Il Direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue:

- Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del Capitolato Speciale e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.
- A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, allineamenti, ecc... Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc...

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Articolo 2.3.20 Pareti divisorie docce

Le docce dell'ambiente spogliatoi saranno separate da pareti divisorie composte da pannelli autoportanti in stratificato HPL (Hight Pressure Laminates) di spessore 13 mm e rifiniti superficialmente con colore a scelta della D.L. il materiale è composto da un pannello costituito da strati di fibre di cellulosa impregnate con resine termoindurenti sottoposti a processo ad alta pressione consistente nella applicazione simultanea di calore e pressione in apposite presse. l'altezza dei divisorii sarà di 185 cm e posato a circa 15cm dal pavimento finito con piedini regolabili in alluminio anodizzato. il pannello dovrà essere posato con apposita ferramenta (trave di sostegno e canalina per fissaggio a muro) e le superici saranno

bisellate.

Articolo 2.3.21 Sottofondi e massetti

Si definisce sottofondo l'insieme degli strati a supporto del pavimento, e lo strato eventuale sottostante di riempimento; si definisce massetto lo strato (unico o finale) sul quale viene posato il pavimento. Per spessori limitati, fino a 8 cm, si sono previsti massetti monostrato con spessori variabili normalmente da un minimo di 5 cm ad un massimo di 8 cm, che possono essere realizzati sia con materiali tradizionali sia con materiali speciali, purché di adeguata resistenza, e con finitura fine, specialmente per i pavimenti vinilici e similari. Per spessori dai 9 cm in poi, la realizzazione di sottofondi dovrà essere a due (o più) strati. Per i massetti sui quali devono essere incollati pavimenti vinilici, linoleum, gomma, moquette ecc. devono essere impiegati impasti in grado di garantire una resistenza finale non inferiore a 130 kg/cm². Se non è specificato l'uso solo per interni, i massetti possono essere utilizzati anche all'esterno.

sottofondi e massetti con malte tradizionali

Il sottofondo per la formazione del piano di posa per pavimenti in piastrelle di ceramica gres, klinker, marmo, ecc., verrà eseguito con impasto di sabbia e cemento tipo CEM I 32,5 a 200 kg di cemento per m³ di sabbia, costipato e livellato a frattazzo lungo, con superficie superiore perfettamente piana, compresa pulizia del piano di posa.

rifinitura di caldane, sottofondi, massetti

Nelle zone dove è prevista l'esecuzione di pavimenti vinilici la superficie superiore di caldane, sottofondi, cappe di solai, massetti in genere, verrà rifinita con posa in opera di autolivellanti a basso spessore, a base di miscela di cemento, inerti e resina, lavorata a frattazzo fino, atta al ricevimento di pavimentazioni in linoleum, legno, gomma, moquette.

sottofondi e massetti alleggeriti con argilla espansa

In copertura e nei terrazzi i sottofondi alleggeriti saranno realizzati con impasto a 200 kg di cemento 32,5 R per m³ di argilla espansa o granulato di pomice, granulometria 8-12 mm, costipato e tirato a frattazzo lungo senza obbligo di piani, spessore variabile con un minimo di 4 cm.

Articolo 2.3.22 Pavimentazioni

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso. Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (se la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopra citate sarà composta dai seguenti strati funzionali:

a) Pavimentazione su strato portante:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresses dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);

– lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
- strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, pendenze, errori di planarità ed eventualmente di incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) Pavimentazione su terreno:

- il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste possono essere previsti altri strati complementari.

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

a) Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente Capitolato Speciale su strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, strutture miste acciaio e calcestruzzo, strutture di legno, ecc...

b) Per lo strato di scorrimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione, o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.

c) Per lo strato ripartitore a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche. Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

d) Per lo strato di collegamento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e nei casi particolari alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

e) Per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni sui prodotti per pavimentazioni. Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche

di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.

f) Per lo strato di impermeabilizzazione a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore valgono le indicazioni fornite per questi strati sulle coperture continue.

g) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite sulle coperture piane.

h) Per lo strato di isolamento acustico a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nel presente Capitolato Speciale. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc. il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.

i) Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori a 20 mm).

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove la stessa non sia specificata in dettaglio nel progetto o a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

a) Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, etc... si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc... In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

b) Per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni, già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc..., indicate nella norma UNI 8381 per le massciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti non-tessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc... In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

c) Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

d) Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che lo stesso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o, comunque, scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

e) Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nel presente Capitolato Speciale sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc...). Durante l'esecuzione si cureranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e, in particolare, la continuità e la regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.), l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre

l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà:

- il collegamento tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.

Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
- tenute all'acqua, all'umidità, ecc...

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove di funzionamento (anche solo localizzate) formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc... che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà. Avrà cura poi di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Nell'esecuzione dei pavimenti si dovrà curare la disposizione a perfetto piano, completamente liscio e regolare, con giunti bene chiusi e sigillati osservando disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori. Ultimata la posa, i pavimenti saranno puliti in modo che non resti la minima traccia di sbavature, macchie ed altro. I pavimenti si addenteranno per mm 15 entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio. Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, debbono sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'intonaco per almeno 15 mm. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta. Resta comunque contrattualmente stabilito che per un congruo periodo dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Appaltatore avrà l'obbligo di impedire l'accesso, a mezzo di chiusura provvisoria, di qualunque persona nei locali, e ciò anche per pavimenti costruiti da altre ditte.

Qualora i pavimenti risultassero in tutto od in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Appaltatore, inoltre, ha l'obbligo di presentare alla Direzione Lavori i campioni dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione Lavori ha piena facoltà, a suo insindacabile giudizio, di provvedere al materiale di pavimentazione.

Articolo 2.3.22.1 Sottofondi

Il piano destinato alla posa di un qualsiasi tipo di pavimento dovrà essere opportunamente spianata mediante un sottofondo, in modo che la superficie di posa risulti regolarmente parallela a quella del pavimento da sovrapporre. Il sottofondo potrà essere costituito, secondo quanto verrà ordinato dalla Direzione dei Lavori, da un massello di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore non minore a 4 cm, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito, per essere lasciato stagionare.

La Direzione Lavori ha inoltre la facoltà, nei casi in cui se ne renda necessaria, di richiedere tipi di sottofondi alleggeriti, che dovranno essere eseguiti con le tecniche di uso comune ed a perfetta regola d'arte. Quando i pavimenti dovessero appoggiare sopra materiali compressibili, il massello dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore ed armato con rete metallica, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in modo da evitare qualsiasi successivo assestamento.

Articolo 2.3.22.2 Pavimentazioni

Nell'esecuzione dei pavimenti si dovrà curare la disposizione a perfetto piano, completamente liscio e regolare, con giunti bene chiusi e sigillati. Ultimata la posa, i pavimenti saranno puliti in modo che non resti la minima traccia di sbavature, macchie ed altro.

L'appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla difesa di tutti i pavimenti, come d'uso, mediante strato di segatura, piani di tavole od altre protezioni.

Resta comunque contrattualmente stabilito che per un congruo periodo dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'appaltatore avrà l'obbligo di impedire a mezzo di chiusura provvisoria l'accesso di qualunque persona nei locali, e ciò anche per pavimenti costruiti da altre ditte.

Qualora i pavimenti risultassero in tutto od in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

Massetto di sottofondo per incollaggio del pavimento

Massetto tradizionale in sabbia e cemento tipo 32,5 dosato a 2,5 q.li/mc dello spessore minimo di 5 cm, confezionato in cantiere ovvero con utilizzo di prodotti secchi premiscelati. Prima della stesura del massetto occorrerà accertarsi con la Direzione Lavori che supporti da ricoprire si presentino scevri da polveri, efflorescenze, oli e grassi. L'impasto con acqua verrà eseguito in betoniera o mediante miscelatore a coclea sino ad ottenere un impasto con consistenza tipo "terraumida". Il materiale così preparato va steso in maniera uniforme, previa preparazione delle fasce di livello, quindi, dopo essere stato compattato, livellato con la staggia e rifinito con frattazzo.

Pavimento di piastrelle in ceramica, gres porcellanato, klinker.

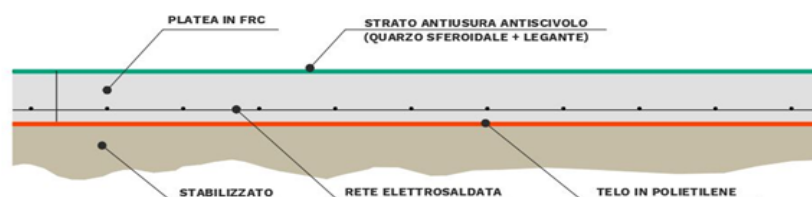
Quando il sottofondo, appositamente eseguito, avrà preso consistenza, si poseranno su di esso le piastrelle

con adesivo professionale pronto all'uso, ad elevata elasticità e scivolamento verticale nullo conforme alla norma EN 12004 – classe D2 TE, per la stesura del collante si utilizzerà una spatola dentata. Le piastrelle saranno posate con fughe della larghezza di 3 mm e comunque come quanto prescritto nella scheda tecnica della fornitura.

Si raccomanda di acclarare con la Direzione Lavori che le superfici prima della posa: siano sufficientemente asciutte e prive di ristagni d'acqua; in caso di supporti cementizi tradizionali posseggano una maturazione idonea (28 giorni a temperatura +23°C e U.R. 50%); in caso di massetti realizzati con prodotti premiscelati a presa rapida siano stati realizzati almeno 48 ore prima della posa e comunque rispettino i tempi specificati nelle relative schede tecniche in relazione alle condizioni ambientali; si presentino planari, stabili dimensionalmente e meccanicamente resistenti in funzione della destinazione d'uso, prive di parti friabili ed esenti da oli, vernici, cere e materiali antiadesivi.

Pavimentazione Industriale

La pavimentazione industriale all'interno dei capannoni di trattamento sarà realizzata con "sistema a spolvero", in calcestruzzo con classe di resistenza C32/40 e classe di consistenza S4, dello spessore di 20 cm, armato con una rete elettrosaldata diametro 8 mm maglia 20x20 cm posizionata nell'estradosso inferiore, trattato in superficie con miscela antiusura composta da quarzo sferoidale ed idoneo legante posto in opera con il sistema a "spolvero" in ragione di 2/3 kg al mq, compresi l'incorporo di detta miscela con frattazzatrice meccanica a pale rotanti, la lisciatura, la formazione di giunti di dilatazione a riquadri di 9 -10 mq con idonea fresatrice meccanica e successiva sigillatura con guarnizioni in pvc o resina.



Capitolo 3 Impianti

Tutti i materiali degli impianti dovranno essere della migliore qualità, ben lavorati e corrispondere perfettamente al servizio cui sono destinati secondo quanto indicato nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i. e nel D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i. Qualora la direzione dei lavori rifiuti dei materiali, ancorché, messi in opera, perché, essa, a suo giudizio insindacabile, lo ritiene per qualità, lavorazione o funzionamento, non adatti alla perfetta riuscita degli impianti e quindi non accettabili, la ditta assuntrice, a sua cura e spese, dovrà allontanare immediatamente dal cantiere i materiali stessi, e sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

L'Affidatario, in accordo con la Direzione dei Lavori, prima di iniziare qualsiasi opera relativa agli impianti in genere (termico, idrico, elettrico, antincendio, ecc.) dovrà valutare, che tipo di azione intraprendere. Si dovrà valutare se procedere a parziali o completi rifacimenti e se sarà opportuno procedere al ripristino d'impianti fermi da troppo tempo e non più conformi alla vigente normativa. Potrebbe rendersi necessario un rilievo dettagliato dell'edificio sul quale riportare con precisione tutti gli impianti esistenti, la loro collocazione, la loro tipologia, il tipo di distribuzione, di alimentazione ecc.; sul rilievo si potrebbero evidenziare tutti i vani esistenti in grado di contenere ed accogliere gli eventuali nuovi impianti, quali potrebbero essere le canne fumarie dismesse, i cavedi, le asole, le intercapedini, i doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi ecc.

Sulla base di queste informazioni, si potrà procedere alla progettazione dei nuovi impianti che dovranno essere il più possibile indipendenti dall'edificio esistente, evitando inserimenti sotto-traccia, riducendo al minimo interventi di demolizione, rotture, disfacimenti anche parziali.

Laddove si sceglierà di conservare gli impianti esistenti, essi dovranno essere messi a norma o potenziati sfruttando le linee di distribuzione esistenti. Ove previsto si utilizzeranno soluzioni a vista utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge, che andranno inserite in apposite canalizzazioni attrezzate o in volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto all'edificio.

Se il progetto dell'impianto non è fornito dalla Stazione Appaltante, la sua redazione sarà a carico dell'Affidatario; egli dovrà sottoporre il progetto esecutivo, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dei lavori, sia alla Direzione dei Lavori che agli organi preposti alla tutela con le quali concorderà anche le diverse soluzioni ed i particolari accorgimenti.

Articolo 3.1 Garanzie

Garanzia degli impianti

Gli impianti ed i macchinari dovranno essere garantiti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento. Pertanto, fino al termine del periodo di garanzia, l'Affidatario dovrà riparare tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per l'effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio e funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza di chi ne fa uso.

Prove dell'impianto

Tutte le prove che la Direzione Lavori ordini a suo tempo, sia per verificare la qualità dei materiali impiegati sia per verificare la funzionalità, l'efficienza e la resa dell'impianto o di una sua parte, sono a carico dell'Affidatario compresi l'adatta manodopera, gli apparecchi e gli strumenti di controllo e di misura preventivamente tarati e quanto altro occorrente per eseguire le prove e le verifiche dell'impianto.

Documentazione

Prima dell'emissione dello Stato Finale dei lavori, al fine di avere una esatta documentazione degli impianti installati, dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori i manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate e la certificazione di collaudo

Titolo 3.1 Acquedotti e fognature

Per le tubazioni e le apparecchiature idrauliche valgono le disposizioni contenute in "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*", esse devono corrispondere alle vigenti Norme tecniche. Le prescrizioni di tutto questo articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Ordinazione

L'Affidatario effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire la Direzione dei Lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale. L'Affidatario invierà alla Direzione dei Lavori, che ne darà subito comunicazione alla Stazione Appaltante, copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento.

L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente.

La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dalla Stazione Appaltante appaltatrice dei lavori e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero, a cura e spese dell'Affidatario, sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni della Convenzione di appalto relativo ai lavori sopra indicati.

Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'Affidatario, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera.

L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle Norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove.

I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione, alle quali potranno presenziare sia l'Affidatario e sia la Direzione dei Lavori od altro rappresentante della Stazione Appaltante e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice, saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN.

L'Affidatario richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa, di cui un esemplare verrà consegnato alla Direzione dei Lavori, contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

Accettazione delle tubazioni - Marcatura

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo capitolato nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del D.M. 6 aprile 2004, n. 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n.27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili.

Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole paratie della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.

La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme UNI EN 10311, UNI EN 10312, UNI EN 1123-1-2, UNI EN 1124-1-2-3, UNI EN 10224, UNI EN 13160-1.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, comunque, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

Tipi di giunti

Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti:

- Giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo la norma UNI EN 1092-1.
- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI EN 1092-1.
- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI EN 1092-1.
- Giunto Victaulic, automatico (che è di rapido montaggio e smontaggio, particolarmente indicato per condotte provvisorie e per tracciati accidentali).
- Giunto Gibault (o simili, come Dresser, Viking-Johnson), costituito da un manicotto (botticella) e da due flange in ghisa, da bulloni di collegamento in ferro e da due anelli di gomma a sezione circolare, da impiegare per la giunzione di tubi con estremità lisce.

Apparecchiature idrauliche

Le apparecchiature idrauliche dovranno corrispondere alle caratteristiche e requisiti di accettazione delle vigenti norme UNI.

Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Affidatario dovrà esibire, entro 3 mesi dalla data della consegna (o della prima consegna parziale) dei lavori e comunicando il nominativo della ditta costruttrice, i loro prototipi che la Direzione dei Lavori, se li ritenga idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Affidatario.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della Direzione dei Lavori non esonera l'Affidatario dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Articolo 3.1.1 Tubazioni

Per le tubazioni e le apparecchiature idrauliche valgono le disposizioni contenute in "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*", esse devono corrispondere alle vigenti Norme tecniche. Le prescrizioni di tutto questo articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Ordinazione

L'Affidatario effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire la Direzione dei Lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale. L'Affidatario invierà alla Direzione dei Lavori, che ne darà subito comunicazione alla Stazione Appaltante, copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento.

L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente.

La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dalla Stazione Appaltante appaltatrice dei lavori e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero, a cura e spese dell'Affidatario, sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni della Convenzione di appalto relativo ai lavori sopra indicati.

Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'Affidatario, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera.

L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle Norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove.

I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione, alle quali potranno presenziare sia l'Affidatario e sia la Direzione dei Lavori od altro rappresentante della Stazione Appaltante e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice, saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN.

L'Affidatario richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa, di cui un esemplare verrà consegnato alla Direzione dei Lavori, contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

Accettazione delle tubazioni - Marcatura

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo capitolato nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del D.M. 6 aprile 2004, n. 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n.27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili.

Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole paratie della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.

La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme UNI EN 10311, UNI EN 10312, UNI EN 1123-1-2, UNI EN 1124-1-2-3, UNI EN 10224, UNI EN 13160-1.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, comunque, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

Tipi di giunti

Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti:

- Giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo la norma UNI EN 1092-1.
- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI EN 1092-1.
- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI EN 1092-1.
- Giunto Victaulic, automatico (che è di rapido montaggio e smontaggio, particolarmente indicato per condotte provvisorie e per tracciati accidentali).

Giunto Gibault (o simili, come Dresser, Viking-Johnson), costituito da un manicotto (botticella) e da due flange in ghisa, da bulloni di collegamento in ferro e da due anelli di gomma a sezione circolare, da impiegare per la giunzione di tubi con estremità lisce.

Apparecchiature idrauliche

Le apparecchiature idrauliche dovranno corrispondere alle caratteristiche e requisiti di accettazione delle vigenti norme UNI.

Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Affidatario dovrà esibire, entro 3 mesi dalla data della consegna (o della prima consegna parziale) dei lavori e comunicando il nominativo della ditta costruttrice, i loro prototipi che la Direzione dei Lavori, se li ritenga idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Affidatario.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della Direzione dei Lavori non esonera l'Affidatario dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Articolo 3.1.2 Tubazioni di Acciaio

Tubi di acciaio senza saldatura e saldati

I tubi di acciaio avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme UNI EN 10224, con diametro nominale DN da 40 a 900 mm per pressioni di esercizio rispettivamente da circa 40 a 140 kgf/cm², e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli

oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

Saranno senza saldatura (per i diametri minori) oppure saldati longitudinalmente con saldatura elettrica a resistenza (per i diametri maggiori).

I tubi in acciaio saldato dovranno essere conformi alla norma UNI EN 10312 e corrisponderanno alle istruzioni fornite sul loro impiego dalla Circolare Ministero Lavori Pubblici 5 maggio 1966 n. 2136, in quanto non contrastanti con le norme sopra indicate.

Le estremità dei tubi saranno a cordone e a bicchiere cilindrico per tubi con $DN \leq 125$ mm o sferico per tubi con $DN \geq 150$ mm, per giunti con saldatura autogena per sovrapposizione.

Possono anche prevedersi tubi con estremità predisposte per saldatura di testa.

Saranno in lunghezza da 8 a 13,5 m. ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 8 m. nella misura massima dell'8% sull'intera fornitura; la lunghezza è misurata fra le due estremità di ogni tubo, dedotta la lunghezza della profondità del bicchiere.

Saranno protetti internamente con una semplice bitumatura che soddisfi l'esigenza della buona conservazione della superficie interna del tubo nel tempo intercorrente tra la fabbricazione del tubo e la sua posa in opera.

Saranno protetti esternamente con rivestimento normale (realizzato con una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da un doppio strato di feltro di vetro impregnato con la stessa miscela bituminosa e con una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio) oppure con rivestimento pesante (consistente in una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da uno strato di feltro ed uno di tessuto di vetro impregnati con la stessa miscela bituminosa, e in una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio).

I rivestimenti interni ed esterni dovranno corrispondere alle norme UNI EN 10224.

Insieme con i tubi dovrà essere consegnato dal fornitore il materiale occorrente per la protezione dei giunti saldati e per le eventuali riparazioni ai rivestimenti.

All'atto dell'ordinazione l'Affidatario richiederà al fornitore il certificato di controllo.

Tubi di acciaio filettabili

I tubi di acciaio filettabili saranno saldati (per i diametri minori) oppure senza saldatura (per i diametri maggiori) e avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi rispettivamente alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 ed alle norme UNI EN 10255.

Le estremità dei tubi saranno predisposte per giunzione filettata a vite e manicotto e per giunzione saldata di testa.

I tubi saldati saranno in lunghezza da 6 m (con una tolleranza di + 100 mm e - 50 mm), ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 7 m nella misura massima del 10% sull'intera fornitura.

I tubi senza saldatura saranno in lunghezza da 4 a 7 m.

I tubi di acciaio filettabili saranno protetti con bitumatura interna e con rivestimento esterno normale o pesante, oppure saranno zincati secondo la norma UNI EN 10240.

All'atto dell'ordinazione l'Affidatario richiederà al fornitore un attestato di conformità alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 o UNI EN 10255.

Pezzi speciali d'acciaio

I pezzi speciali di acciaio avranno le stesse caratteristiche previste per i tubi, con una maggiore tolleranza sulle dimensioni e la massa lineica e con esclusione della prova idraulica (che sarà effettuata sul tubo da cui i pezzi speciali sono ricavati) e saranno bitumati internamente e con rivestimento esterno normale o pesante, come per i tubi.

L'ordinazione sarà in genere riferita ai pezzi speciali di serie adatti per pressione di esercizio di 10 kgf/cm²; ma per esigenze particolari saranno ordinati anche pezzi speciali non di serie, e cioè quelli di tabella ma adatti per pressioni di esercizio superiori e/o con giunti diversi o altri pezzi speciali ricavati, per la loro parte tubolare, da tubi di acciaio aventi caratteristiche appropriate e, per le altre parti, da profilati o da pezzi fucinati.

Movimentazione

Durante il trasporto, i tubi di acciaio devono essere sistemati in modo da impedire le oscillazioni e gli sfregamenti; i montanti contro i quali poggiano i tubi esterni devono essere convenientemente imbottiti o fasciati con materiali morbidi (paglia, stracci, ecc.).

I tubi non devono essere lasciati cadere a terra, rotolati o strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego con cura per evitare danni al rivestimento.

Durante le operazioni di carico e scarico, i tubi, singoli o in fascio, non devono essere sostenuti con funi o con catene, ma con larghe bande di tela gommata od imbottita; se i tubi hanno un diametro maggiore di 100 mm, saranno manovrati singolarmente agganciandoli alle due estremità.

I tubi di acciaio devono essere accatastati interponendo tra i vari strati dei listoni di legno o dei materassini di paglia in modo che le estremità a flangia o a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sovrastanti e sottostanti.

Si deve limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento del rivestimento dei tubi posti negli strati inferiori tenendo presenti le condizioni ambientali (in particolare modo la temperatura).

La zona di accatastamento deve avere una superficie di appoggio piana e priva di ghiaia, pietre o altri oggetti acuminati che possono penetrare nel rivestimento; deve inoltre essere sgomberata dalla gramigna che ha il potere di intaccare i rivestimenti a base di bitume.

Revisione del rivestimento - Protezione dei giunti - Posa in opera

Prima di calare i tubi di acciaio nello scavo si deve procedere ad un'accurata revisione del rivestimento per individuarne e ripararne gli eventuali difetti.

La riparazione si esegue asportando accuratamente tutta la parte danneggiata, pulendo a mezzo di spazzola metallica la superficie scoperta e verniciandola con vernice al bitume. Quando la vernice è asciutta al tatto, si applica uno strato di bitume fuso e si ricopre accuratamente con tessuto di vetro imbevuto dello stesso bitume; la ricopertura deve estendersi con un buon margine sul contorno della parte lesionata.

Nel caso di piccoli difetti o di piccole avarie la riparazione può limitarsi a semplice spalmatura di bitume caldo.

La protezione del giunto viene eseguita come segue.

- Sulle estremità del rivestimento di fabbrica si realizza, con opportuno utensile, un invito a becco di flauto;
- si pulisce a fondo tutta la superficie da rivestire con spazzola metallica in modo che risulti esente da polvere, terra, scorie di saldatura, ecc.; una accurata pulizia deve essere effettuata anche su un tratto di 10 ÷ 15 cm del rivestimento esistente sui tubi nelle parti adiacenti alla zona metallica nuda;
- si applica sulle parti sopra indicate, rese pulite ed asciutte, almeno una mano di vernice bituminosa;
- si applica, dopo che la pellicola di vernice è ben essiccata, uno strato di bitume fuso dello spessore di almeno 2 mm; l'operazione va eseguita versando il bitume con un mestolo nella parte superiore e spalmandolo con un tampone od una spatola od altro idoneo sistema in quella inferiore;
- si controlla, eventualmente con un rilevatore elettrico a scintilla (detector), la continuità del rivestimento;
- si esegue una fasciatura in doppio strato con tessuto di vetro imbevuto di bitume caldo, sovrapponendo la fasciatura al rivestimento preesistente per almeno 15 cm.

Per effettuare la posa, la condotta deve essere sollevata in punti ravvicinati in modo da evitare sollecitazioni pericolose nel materiale; parimenti il rivestimento deve essere conservato intatto impiegando sistemi idonei (esempio: fasce di tessuto a base di iuta).

A seconda dal tipo di giunzione, si avvicinano le testate dei tubi e si accoppiano i bicchieri e poi si procede alla loro giunzione mediante saldatura, onde formare dei lunghi tronchi da deporre a lato dello scavo, ed in qualche caso sopra lo scavo stesso.

Giunzioni con saldatura

La saldatura in cantiere dei giunti a sovrapposizione (giunti a bicchiere cilindrico o sferico) o di testa delle tubazioni di acciaio deve assicurare, oltre alla tenuta idraulica, l'efficienza nelle normali condizioni di collaudo e di esercizio.

Si richiedono perciò:

- materiale base atto ad essere saldato con il procedimento adottato;
- materiale d'apporto con caratteristiche meccaniche adeguate a quelle del materiale base;
- procedimento di saldatura appropriato;
- preparazione, esecuzione e controlli della saldatura adeguati al procedimento adottato ed alla importanza della condotta;
- saldatori qualificati.

La realizzazione dei giunti saldati in cantiere sarà ottenuta, di norma, per fusione ed apporto di acciaio al carbonio, o a bassa lega, normalmente con saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi rivestiti. Nel caso di tubazioni di spessore piccolo ($\leq 3,2$ mm) e di piccolo diametro (≤ 80 mm) sarà usato il procedimento al cannello ossiacetilenico.

Le saldatrici, le motosaldatrici, le linee elettriche di collegamento e gli accessori relativi dovranno essere mantenuti durante tutta la durata del lavoro in condizioni tali da assicurare la corretta esecuzione e la continuità del lavoro nonché la sicurezza del personale.

Gli elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco dovranno essere classificati secondo la norma UNI EN ISO 2560.

Per i giunti a banchiere cilindrico e sferico, prima del loro accoppiamento, le estremità deformate a causa di danneggiamenti subiti durante il trasporto dovranno essere ripristinate, normalmente previo adeguato riscaldamento della zona interessata.

Per la saldatura di testa, quando questi tubi presentino ovalizzazioni o comunque un eccessivo disallineamento anche locale delle superfici interne, si dovrà usare un accoppiatubi interno o esterno di allineamento che non dovrà essere tolto prima che sia stata eseguita la prima passata, avente una lunghezza totale non inferiore al 50% della circonferenza del tubo e comunque uniformemente distribuita sulla circonferenza stessa.

Prima della saldatura le estremità da congiungere dovranno risultare completamente esenti da scorie, vernici, grasso, ruggine, terra, ecc. Le impurità eventualmente presenti dovranno essere accuratamente rimosse con spazzole metalliche, decapaggio a fiamma o altri mezzi idonei.

Le saldature dovranno essere effettuate con temperatura ambiente uguale o superiore a $+ 15$ °C; per temperature più basse dovrà eseguirsi un opportuno preriscaldamento; inoltre si eviterà di effettuare saldature quando le condizioni atmosferiche per pioggia, forte umidità, vento, siano giudicate, dalla Direzione dei Lavori, pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse.

I saldatori terranno gli elettrodi da impiegare negli appositi fornelli riscaldatori ad una temperatura di $40 \div 80$ °C.

Il preriscaldamento si rende necessario se la temperatura ambiente è inferiore a $+ 5$ °C e in ogni caso per tubi di spessore superiore a 8 mm; esso potrà essere effettuato con fiamma di qualunque tipo (bruciatori a gas propanici, ecc.) a induzione o con resistenze elettriche.

Dovranno essere impiegati saldatori qualificati.

Per quanto non indicato nelle suddette norme UNI, si seguiranno le norme ANDIS.

Prova idraulica

La pressione di prova idraulica delle condotte di acciaio sarà pari a 10 kgf/cm^2 oltre quella di esercizio e dovrà mantenersi costante per una durata di 24 ore continue, durante le quali nessuna perdita dovrà verificarsi in corrispondenza delle saldature. Qualora si dovessero invece verificare perdite le saldature relative verranno contrassegnate e, dopo lo svuotamento della condotta, riparate o rifatte come potrà ordinare la Direzione dei Lavori.

Per le tubazioni con giunti saldati l'Affidatario ha la facoltà, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, di eseguire preliminarmente una prova di tenuta ad aria che permette di localizzare ed eliminare le eventuali saldature difettose senza attendere il risultato della prova idraulica.

Detta prova di tenuta consiste nella immissione, nel tronco di condotta da provare chiuso alle due estremità, di aria compressa a $6 \div 7$ bar mentre si bagnano con acqua fortemente saponata le singole saldature; se la prova di tenuta ha esito favorevole, l'Affidatario potrà rivestire i giunti anche prima di collocare i tubi nello scavo. Seguiranno il rinterro e la prova idraulica di cui ai relativi articoli.

Articolo 3.1.3 Tubazioni in PVC Rigido non Plastificato

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme vigenti, dalla norma UNI EN ISO 1452, UNI EN 1401 ed alle Raccomandazioni I.I.P. e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle Norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni e da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle; presentare una sezione circolare costante; ed avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse.

I tubi e i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I raccordi e i pezzi speciali in PVC per acquedotti e per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite rispettivamente dalle norme UNI EN ISO 1452-3 o UNI 1401-1.

Movimentazione

Tutte le operazioni di cui appresso - per trasporto, carico, scarico, accatastamento, ed anche per posa in opera - devono essere effettuate con cautela ancora maggiore alle basse temperature (perché aumentano le possibilità di rotture o fessurazione dei tubi).

Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

Nel caricare i mezzi di trasporto, si adageranno prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri.

Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, i tubi non dovranno sporgere più di un metro dal piano di carico. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno, che potrebbe provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

Queste operazioni devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere né buttati, né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura.

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti (in questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice).

I tubi devono essere accatastati ad un'altezza non superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25 °C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro, che provocherebbe l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

I raccordi e gli accessori vengono in generale forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

Posa in opera e rinterro

Il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile, verrà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde consentire che il tubo in PVC vi si appoggi per tutta la sua lunghezza.

Prima della collocazione del tubo sarà formato il letto di posa per una altezza minima di 10 cm distendendo sul fondo della trincea, ma dopo la sua completa stabilizzazione, uno strato di materiale incoerente - quale sabbia o terra sciolta e vagliata - che non contenga pietruzze; il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco di pezzatura 10 - 15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.

Su tale strato verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 20 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore. Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi in PVC devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

Il materiale già usato per la costituzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfianco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alto del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.

Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo).

Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

Pozzetti Giunzioni Prova e Collaudo delle Condotte in PVC per Fognatura

Pozzetti

Per i pozzetti di una rete fognaria con tubazione in PVC (che devono essere stagni) le installazioni più frequenti sono le seguenti.

- Pozzetto di linee per ispezione e lavaggio con derivazione a 45°, la cui entrata deve essere chiusa con tappo a vite o con un normale tappo per tubi bloccato con una staffa.
- Pozzetto di linea con immissione di utenza, con o senza acqua di falda. Se l'acqua di falda ha un livello superiore, verrà inserito un elemento di tubo di lunghezza adeguata, previo posizionamento di un anello elastomerico in modo di garantire la tenuta da e verso l'esterno.
- Pozzetto di linea con immissione di utenza e cambio, in aumento, di diametro.
- L'aumento può essere ruotato di 180° in modo da determinare un piccolo salto. In presenza di acqua di falda vale quanto si è già detto precedentemente.
- Pozzetto di salto senza o con continuità di materiale.
- Pozzetto di linea di ispezione e di lavaggio totalmente realizzato in materiale plastico.

Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PVC per fognatura saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto, con le seguenti modalità:

A) Giunti di tipo rigido (giunto semplice o a manicotto del tipo rigido ottenuto per incollaggio).

- Eliminare le bave nella zona di giunzione;
- eliminare ogni impurità dalle zone di giunzione;
- rendere uniformemente scabre le zone di giunzione, trattandole con carta o tela smerigliate di grana media;

- completare la preparazione delle zone da incollare, sgrassandole con solventi adatti;
- mescolare accuratamente il collante nel suo recipiente prima di usarlo;
- applicare il collante nelle zone approntate, ad avvenuto essiccamento del solvente stendendolo longitudinalmente, senza eccedere, per evitare indebolimenti della giunzione stessa;
- spingere immediatamente il tubo, senza ruotarlo, nell'interno del bicchiere e mantenerlo in tale posizione almeno per 10 secondi;
- asportare l'eccesso di collante dall'orlo del bicchiere;
- attendere almeno un'ora prima di maneggiare i tubi giuntati;
- effettuare le prove idrauliche solo quando siano trascorse almeno 24 ore.

B) Giunti di tipo elastico (giunto semplice od a manicotto del tipo elastico con guarnizione elastomerica).

- Provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede;
- segnare sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento. A tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interasse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm), si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.);
- infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione;
- le prove idrauliche possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.

Per effettuare tanto una giunzione rigida quanto una giunzione elastica, il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega a denti fini oppure con una fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo un'angolazione precisata dalla ditta costruttrice (normalmente 15°) mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro), anch'esso indicato dal produttore.

Collegamento dei tubi in PVC per fognatura con tubi di altro materiale

Per il collegamento con tubo di ghisa, a seconda che questo termini con un bicchiere o senza il bicchiere, si usano opportune guarnizioni doppie (tipo Mengerling) oppure si applica una guarnizione doppia e un raccordo di riduzione.

Per il collegamento con tubi di gres o di altro materiale si usa un raccordo speciale; lo spazio libero tra bicchiere e pezzo conico speciale viene riempito con mastice a base di resine poliesteri o con altri materiali a freddo.

Per i collegamenti suddetti si seguiranno gli schemi indicati nelle Raccomandazioni I.I.P. per fognature.

Prova idraulica della condotta in PVC per fognatura

La tubazione verrà chiusa alle due estremità con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta.

La tubazione dovrà essere adeguatamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria.

Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo) sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forti pendenze, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'esecuzione della prova per sezioni onde evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento. La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore.

In pratica la condotta si ritiene favorevolmente provata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

Per i pozzetti, la prova di tenuta si limita al riempimento del pozzetto con acqua ed alla verifica della stazionarietà del livello per un tempo non inferiore a 45 minuti primi. La variazione di livello non deve essere superiore al 5%.

Verifiche, in sede di collaudo, della condotta in PVC per fognatura

In sede di collaudo dell'opera appaltata, sarà verificata la perfetta tenuta idraulica della tubazione e la deformazione diametrale; questa deve essere inferiore ai valori consigliati dalla raccomandazione ISO/DTR 7073.

La verifica può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono) o mediante strumenti ottici (telecamere).

Dalla verifica possono essere escluse, per difficoltà di esecuzione, le tratte che comprendono i pezzi speciali.

Possono essere ammessi valori di deformazione, misurata due anni dopo l'installazione, superiori a quelli massimi sopra stabiliti, ma non oltre 1,25 volte, se si accerta che tale deformazione è dovuta ad un sovraccarico locale o ad un assestamento diseguale determinato dalla diversa resistenza dei letti di posa (con una conseguente flessione longitudinale), per cui si può dimostrare che la durata dell'installazione non è intaccata.

Articolo 3.1.4 Tubazioni in HDPE

Le tubazioni in Polietilene ad alta densità dovranno essere in PEAD di colore nero con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) come da computo metrico e calcoli esecutivi, destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201, e a quanto previsto dal D.M. n.174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.

I tubi in HDPE sono fabbricati con il polimero polietilene con l'aggiunta di sostanze (nerofumo) atte ad impedire o ridurre la degradazione del polimero in conseguenza della sua esposizione alla radiazione solare ed in modo particolare a quella ultravioletta.

I tubi in HDPE ed i relativi raccordi in materiali termoplastici devono essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. che ne assicura la rispondenza alle Norme UNI, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme stesse.

I raccordi ed i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi; possono essere prodotti per stampaggio o ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa o con apporto di materiale, ecc.). In ogni caso tali operazioni devono essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore. Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme UNI o UNIPLAST si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo.

Movimentazione

Nel trasporto dei tubi in HDPE i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o simili, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviterà in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi.

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il loro diametro.

Per i tubi in rotoli appoggiati orizzontalmente, l'altezza può essere superiore ai 2 m.

Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi, dovranno essere protetti dai raggi solari. Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 m), le loro estremità saranno armate internamente onde evitare eccessive ovalizzazioni.

Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura nel trasporto e nell'immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

Posa in Opera e Rinterro

La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo in HDPE dovrà essere almeno 1,00 m ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione dei Lavori in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

In corso di lavoro, nel caso che si verifichino condizioni più gravose di quelle previste dalle norme vigenti e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opera di protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, si potranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa, fino alla quota della generatrice superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo.

In caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la tubazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorre utilizzare tubi di spessore maggiore o fare assorbire i carichi da manufatti di protezione.

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati.

L'assemblaggio della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare la posa in opera di opportuni nastri segnaletici sopra la condotta al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;
- si procederà, sempre a zone di 20-30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50

cm sul tubo in una zona, il ricoprimento fino a $15 \div 20$ cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;

- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il riscoprimento è stato portato a $5 \div 6$ m dal pezzo stesso da collegare.

Giunzioni e Collegamenti

Le giunzioni delle tubazioni in HDPE saranno eseguite, a seconda del tipo stabilito, con le seguenti modalità.

1. Giunzione per saldatura

Essa deve essere sempre eseguita:

- da personale qualificato;
- con apparecchiature tali da garantire che gli errori nelle temperature, nelle pressioni, nei tempi ecc. siano ridotti al minimo;
- in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità).

1.2. Saldatura per polifusione nel bicchiere

Questo tipo di saldatura si effettua generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema (norme UNI EN 12201-1 e UNI EN 12201-3).

In tale tipo di giunzioni la superficie interna del bicchiere (estremità femmina) e la superficie esterna della estremità maschio, dopo accurata pulizia con apposito attrezzo, vengono portate contemporaneamente alla temperatura di saldatura mediante elemento riscaldante che dovrà essere rivestito sulle superfici interessate con PTFE (politetrafluoroetilene) o similari.

Le due estremità vengono quindi inserite l'una nell'altra mediante pressione, evitando ogni spostamento assiale e rotazione.

La pressione deve essere mantenuta fino al consolidamento del materiale. La temperatura dell'attrezzo riscaldante sarà compresa nell'intervallo di 250 ± 10 °C.

1.3. Saldatura testa a testa

E' usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Questo tipo di saldatura viene realizzata con termoelementi costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE (politetrafluoroetilene) e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente. Tali elementi saranno riscaldati con resistenze elettriche o con gas con regolazione automatica della temperatura.

Prima di effettuare le operazioni inerenti alla saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

1.3.1. Preparazione delle testate da saldare

Le testate dei manufatti devono essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarietà delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali per i piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori più alti; queste ultime devono avere velocità moderata per evitare il riscaldamento del materiale.

Le testate così predisposte non devono essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina od altri solventi idonei.

1.3.2. Esecuzione della saldatura

I due pezzi da saldare vengono quindi messi in posizione e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto. Il termoelemento viene inserito fra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento viene estratto e le due testate vengono spinte l'una contro l'altra alla pressione sotto indicata fino a che il materiale non ritorna allo stato solido.

La saldatura non deve essere rimossa se non quando la zona saldata si sia raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60 °C.

Per una perfetta saldatura il HDPE richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento 200 ± 10 °C;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare, tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra (valore iniziale 0,5 kgf/cm²).

1.4 Giunzioni elettrosaldabili

Tali giunzioni si eseguono riscaldando elettricamente il bicchiere in HDPE nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; sono consigliabili quando si devono assiemare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (es. riparazioni).

L'attrezzatura consiste principalmente in un trasformatore di corrente che riporta la tensione adatta per ogni diametro di manicotto e ne determina automaticamente i tempi di fusione e sarà impiegata secondo le istruzioni del fornitore.

Per una buona riuscita della saldatura è necessario accertarsi che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità. Le parti che si innestano nel manicotto devono essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale. A saldatura ultimata, la stessa non sarà forzata in alcun modo se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i 50 °C.

1.5. Giunzione mediante serraggio meccanico

Può essere realizzata mediante i seguenti sistemi.

- Giunti metallici. Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti Gibault) e quindi necessitano di una boccola interna.

Nel caso che il graffaggio venga effettuato sull'esterno del tubo non è indispensabile tale boccola.

- Raccordi di materia plastica. Sono usati vari tipi di raccordi a compressione di materia plastica, nei quali la giunzione viene effettuata con l'uso di un sistema di graffiaggio sull'esterno del tubo.

1.6. Giunzione per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in HDPE.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con normali bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, con l'inserimento di idonee guarnizioni in tutti i casi. Le flange, a secondo dell'uso della condotta, potranno essere di normale acciaio al carbonio protetto con rivestimento di plastica; a collegamento avvenuto, flange e bulloni verranno convenientemente protetti contro la corrosione.

Collegamenti fra tubi in HDPE e tubazioni di altro materiale

Il collegamento fra tubi in HDPE in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (gres, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico (punto 1.5) o mezzo flange con collari predisposti su tubo (punto 1.6).

In questi casi è preferibile, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento tramite pozzetto di ispezione.

Ancoraggi e Prova delle Condotte in HDPE per Acquedotto

Eseguiti i necessari ancoraggi secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, si procederà alla prova idraulica della condotta.

La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

La prova idraulica in opera dei tubi in HDPE sarà effettuata a tratte di lunghezza opportuna.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili: ciò per

consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi sottoposti a pressione.

Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta, ove verrà installato pure il manometro.

Si avrà la massima cura nel lasciare aperti rubinetti, sfiati ecc. onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di un kgf/cm² al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio.

Questa verrà mantenuta per il tempo necessario per consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta.

Prova a 1 ora (preliminare-indicativa)

Si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (1,5 volte la pressione nominale a 20 °C) e si isolerà il sistema dalla pompa di prova per un periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo di acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula: 0,125 l per ogni km di condotta, per ogni 3 bar, per ogni 25 mm di diametro interno.

Prova a 12 ore

Effettuata la prova a 1 ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 12 ore lasciando la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale) per tale periodo. Trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, il quantitativo di acqua necessaria per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo di acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 12 ore. Solo in quest'ultimo caso, il collaudo sarà da ritenersi positivo.

Pozzetti e Prova Idraulica delle Condotte in HDPE per Fognatura

I pozzetti di ispezione possono essere prefabbricati o realizzati in cantiere. In ogni caso si otterranno tagliando a misura un tubo di diametro opportuno e saldandolo su una piastra di HDPE. Le tubazioni (tronchetti) di adduzione verranno saldate al pozzetto.

Infine l'unione delle tubazioni ai vari tronchetti si otterrà mediante saldatura di testa o, se predisposta, mediante flangiatura. Ultimato il collegamento delle tubazioni al pozzetto, lo stesso sarà rivestito da una struttura cementizia. La base d'appoggio in calcestruzzo sarà calcolata opportunamente in funzione della natura del terreno.

Si otterrà così il pozzetto finito in cui il cemento rappresenterà la struttura portante, mentre il tubo di HDPE rappresenterà il rivestimento interno. I tubi della condotta (tronchetti di adduzione) verranno bloccati nel cemento con anelli o collari di ancoraggio opportunamente predisposti. Tali anelli saranno ricavati da piastre di spessore $s = 20$ mm e saranno saldati d'angolo a gas caldo con sostegni di rinforzo a sezione triangolare, posti alternativamente d'ambo i lati del collare.

La prova della condotta dovrà accertare la perfetta tenuta della canalizzazione; sarà effettuata sottoponendo a pressione idraulica la condotta stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare - di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza - attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle.

Titolo 3.2 Impianto idrico

Tutti i materiali degli impianti dovranno essere della migliore qualità, ben lavorati e corrispondere perfettamente al servizio cui sono destinati secondo quanto indicato nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i. e nel D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i. Qualora la direzione dei lavori rifiuti dei materiali, ancorché, messi in opera, perché, essa, a suo giudizio insindacabile, lo ritiene per qualità, lavorazione o funzionamento, non adatti alla perfetta riuscita degli impianti e quindi non accettabili, la ditta assuntrice, a sua cura e spese, dovrà allontanare immediatamente dal cantiere i materiali stessi, e sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

Articolo 3.2.1 Prescrizioni tecniche generali

Gli impianti idrico-sanitari dovranno essere realizzati in conformità a quanto indicato nelle rispettive norme UNI, in base alla specifica destinazione d'uso dell'edificio e al suo sviluppo planimetrico e altimetrico, al fine di garantire il regolare e sicuro funzionamento.

a) Per il dimensionamento delle condutture di adduzione dell'acqua dovranno essere assunte le portate e le pressioni nominali dei rubinetti di erogazione per apparecchi sanitari di seguito riportate:

Apparecchio	Portata l/s	Pressione minima kPa
Lavabi	0,10	50
Bidet	0,10	50
Vasi a cassetta	0,10	50
Vasi con passo rapido o flussometro f 3/4"	1,50	150
Vasca da bagno	0,20	50
Doccia	0,15	50
Lavello di cucina	0,20	50
Lavabiancheria	0,10	50
Orinatoio comandato	0,10	50
Vuotatoio con cassetta	0,15	50
Beverino	0,05	50
Idrantino f 1/2"	0,40	100
Idrantino f 3/4"	0,60	100
Idrantino f 1"	0,80	100

La pressione disponibile all'impianto, a valle del contatore dell'Ente fornitore d'acqua, si deve ritenere pari a 500 kPa.

Qualora la pressione disponibile non sia sufficiente a garantire le portate degli erogatori sopra indicate, dovrà essere previsto un sistema di sopraelevazione della pressione.

b) Per il dimensionamento delle reti di scarico delle acque usate saranno assunti i seguenti valori di unità di scarico per apparecchio:

Apparecchio	Unità di scarico
Vasca (con o senza doccia)	2
Doccia (per un solo soffione)	2
Doccia (per ogni soffione di installazione multipla)	3
Lavabo	1
Bidet	2
Vaso con cassetta	4
Vaso con flussometro	8
Lavello di cucina	2
Lavello con tritarifiuti	2
Lavapiatti	2
Lavabiancheria	2

Lavabo con piletta di scarico $f > 1\frac{1}{2}"$	2
Lavabo clinico	2
Lavabo da dentista	2
Lavabo da barbiere	1
Lavabo circolare (per ogni erogatore)	2
Beverino	1
Orinatoio (senza cassetta o flussometro)	7
Piletta da pavimento	10
Combinazione lavabo-bidet-vasca-vaso con cassetta	4 8
Combinazione lavabo-bidet-vasca-vaso con flussometro	
Combinazione lavabo-vaso con cassetta	
Combinazione lavabo-vaso con flussometro	

Qualora non fosse possibile convogliare per gravità le acque di scarico nella fognatura comunale, dovrà essere previsto un sistema di accumulo e sollevamento fino al punto in cui sia possibile farle defluire per gravità.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Articolo 3.2.2 Esecuzione dell'impianto di adduzione dell'acqua

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

1 Si intende per impianto di adduzione dell'acqua l'insieme delle apparecchiature, condotte, apparecchi erogatori che trasferiscono l'acqua potabile (o quando consentito non potabile) da una fonte (acquedotto pubblico, pozzo o altro) agli apparecchi erogatori.

Gli impianti, quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intendono suddivisi come segue:

- Impianti di adduzione dell'acqua potabile.
- Impianti di adduzione di acqua non potabile.
 - Le modalità per erogare l'acqua potabile e non potabile sono quelle stabilite dalle competenti autorità, alle quali compete il controllo sulla qualità dell'acqua.
 - Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:
 - a) Fonti di alimentazione.
 - b) Reti di distribuzione acqua fredda.
 - c) Sistemi di preparazione e distribuzione dell'acqua calda.

2 Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle già fornite per i componenti; vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9182 - UNI EN 806 e la UNI 9511.

- a) Le fonti di alimentazione dell'acqua potabile saranno costituite da:

- 1) acquedotti pubblici gestiti o controllati dalla pubblica autorità; oppure
- 2) sistema di captazione (pozzi, ecc.) fornenti acqua riconosciuta potabile della competente autorità; oppure
- 3) altre fonti quali grandi accumuli, stazioni di potabilizzazione.

Gli accumuli (I grandi accumuli sono soggetti alle pubbliche autorità e solitamente dotati di sistema automatico di potabilizzazione) devono essere preventivamente autorizzati dall'autorità competente e comunque possedere le seguenti caratteristiche:

- -essere a tenuta in modo da impedire inquinamenti dall'esterno;
- -essere costituiti con materiali non inquinanti, non tossici e che mantengano le loro caratteristiche nel tempo;
- -avere le prese d'aria ed il troppopieno protetti con dispositivi filtranti conformi alle prescrizioni delle autorità competenti;
- -essere dotati di dispositivo che assicuri il ricambio totale dell'acqua contenuta ogni due giorni per serbatoio con capacità fino a 30 m³ ed un ricambio di non meno di 15 m³ giornalieri per serbatoi con capacità maggiore;
- -essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio (e periodicamente puliti e disinfettati).

b) Le reti di distribuzione dell'acqua devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- le colonne montanti devono possedere alla base un organo di intercettazione (valvola, ecc.), con organo di taratura della pressione, e di rubinetto di scarico (con diametro minimo 1/2 pollice), le stesse colonne alla sommità devono possedere un ammortizzatore di colpo d'ariete. Nelle reti di piccola estensione le prescrizioni predette si applicano con gli opportuni adattamenti;
- le tubazioni devono essere posate a distanza dalle pareti sufficiente a permettere lo smontaggio e la corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi e/o isolanti. La conformazione deve permettere il completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria. Quando sono incluse reti di circolazione dell'acqua calda per uso sanitario queste devono essere dotate di compensatori di dilatazione e di punti di fissaggio in modo tale da far mantenere la conformazione voluta;
- la collocazione dei tubi dell'acqua non deve avvenire all'interno di cabine elettriche, al di sopra di quadri apparecchiature elettriche, od in genere di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati dall'acqua, all'interno di immondezze e di locali dove sono presenti sostanze inquinanti. Inoltre i tubi dell'acqua fredda devono correre in posizione sottostante i tubi dell'acqua calda. La posa entro parti murarie è da evitare. Quando ciò non è possibile i tubi devono essere rivestiti con materiale isolante e comprimibile, dello spessore minimo di 1 cm;
- la posa interrata dei tubi deve essere effettuata a distanza di almeno un metro (misurato tra le superfici esterne) dalle tubazioni di scarico. La generatrice inferiore deve essere sempre al di sopra del punto più alto dei tubi di scarico. I tubi metallici devono essere protetti dall'azione corrosiva del terreno con adeguati rivestimenti (o guaine) e contro il pericolo di venire percorsi da correnti vaganti;
- nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali i tubi devono scorrere all'interno di controtubi di acciaio, plastica, ecc. preventivamente installati, aventi diametro capace di contenere anche l'eventuale rivestimento isolante. Il controtubo deve resistere ad eventuali azioni aggressive; l'interspazio restante tra tubo e controtubo deve essere riempito con materiale incombustibile per tutta la lunghezza. In generale si devono prevedere adeguati supporti sia per le tubazioni sia per gli apparecchi quali valvole, ecc., ed inoltre, in funzione dell'estensione ed andamento delle tubazioni, compensatori di dilatazione termica;
- le coibentazioni devono essere previste sia per i fenomeni di condensa delle parti non in vista dei tubi di acqua fredda, sia per i tubi dell'acqua calda per uso sanitario. Quando necessario deve essere considerata la protezione dai fenomeni di gelo.

- c) Nella realizzazione dell'impianto si devono inoltre rispettare le distanze minime nella posa degli apparecchi sanitari norma UNI 9182 e le disposizioni particolari necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata (d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e D.M. 236/89).

Nei locali da bagno sono da considerare le prescrizioni relative alla sicurezza (distanze degli apparecchi sanitari, da parti dell'impianto elettrico) così come indicato nella norma CEI 64-8. Ai fini della limitazione della trasmissione del rumore e delle vibrazioni, oltre a scegliere componenti con bassi livelli di rumorosità (e scelte progettuali adeguate), in fase di esecuzione si curerà di adottare corrette sezioni interne delle tubazioni in modo da non superare le velocità di scorrimento dell'acqua previste, limitare le pressioni dei fluidi soprattutto per quanto riguarda gli organi di intercettazione e controllo, ridurre la velocità di rotazione dei motori di pompe, ecc. (in linea di principio non maggiori di 1.500 giri/minuto). In fase di posa si curerà l'esecuzione dei dispositivi di dilatazione, si inseriranno supporti antivibranti ed ammortizzatori per evitare la propagazione di vibrazioni, si useranno isolanti acustici in corrispondenza delle parti da murare.

3 La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di adduzione dell'acqua opererà come segue.

- a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire negativamente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).

In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, degli elementi antivibranti, ecc.

- b) Al termine dell'installazione verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità, le operazioni di prelavaggio, di lavaggio prolungato, di disinfezione e di risciacquo finale con acqua potabile. Detta dichiarazione riporterà inoltre i risultati del collaudo (prove idrauliche, di erogazione, livello di rumore). Tutte le operazioni predette saranno condotte secondo la norma UNI 9182, punti 25 e 27. Al termine la Direzione dei Lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

Articolo 3.2.3 Componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte.

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sottosistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, negli elaborati grafici del progetto e, ove necessario, le caratteristiche e prescrizioni di enti preposti o associazioni di categoria quali UNI, CEI, UNCSAAL ecc.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

Paragrafo 3.2.1 Alimentazione e distribuzione acqua Fredda

Articolo 3.2.1.1 Alimentazione

L'alimentazione dell'acqua necessaria al fabbisogno dell'edificio dovrà derivare direttamente dall'acquedotto cittadino, a valle del contatore.

La Stazione Appaltante preciserà, in mancanza di acquedotto cittadino, o in presenza di acquedotto con pressione e portata molto variabili o insufficienti, se l'alimentazione dovrà avvenire attraverso serbatoi di accumulo per acqua potabile o pozzo.

Nel caso di alimentazione da serbatoi di accumulo, questi dovranno avere i requisiti richiesti dalla norma UNI 9182 e UNI EN 806 varie parti; nel caso di alimentazione da pozzo, questo, oltre a contenere acqua ritenuta potabile dalle Autorità competenti, dovrà essere conforme alla succitata norma UNI 9182.

Articolo 3.2.1.2 Distribuzione

Dovrà essere adottata una distribuzione dell'acqua in grado di:

- garantire l'osservanza delle norme di igiene;
- assicurare la pressione e la portata di progetto alle utenze;
- limitare la produzione di rumori e vibrazioni.

La distribuzione dell'acqua dovrà essere realizzata con materiali e componenti idonei e deve avere le parti non in vista facilmente accessibili per la manutenzione.

Le tubazioni costituenti la rete di distribuzione dell'acqua fredda dovranno essere coibentate con materiale isolante, atto ad evitare il fenomeno di condensa superficiale.

È assolutamente necessario evitare il ritorno di eventuali acque contaminate sia nell'acquedotto che nella distribuzione di acqua potabile, mediante disconnettore idraulico.

Ogni distribuzione di acqua potabile, prima di essere utilizzata, dovrà essere pulita e disinfettata come indicato nelle norme UNI 9182.

Le colonne montanti della rete di distribuzione dovranno essere munite di un organo di intercettazione, con rubinetto di scarico alla base e ammortizzatore di colpo d'ariete in sommità.

Su ogni condotta di collegamento di una colonna con gli apparecchi sanitari, da essa serviti in uno stesso ambiente, sarà installato un organo di intercettazione.

Dovranno comunque essere osservati i criteri riportati nel D.M. 12 dicembre 1985 nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n. 27291.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Paragrafo 3.2.2 Produzione e distribuzione acqua calda

Articolo 3.2.2.1 Produzione

La produzione di acqua calda sanitaria sarà garantita da un kit a pompa di calore costituito da una unità esterna motocondensante con accumulatore di energia integrato a vaso aperto in polipropilene per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria con capacità di accumulo di 340 l.

Specifiche tecniche:

- Potenza: 1,8 kW
- Classe di efficienza energetica riscaldamento acqua: A+
- COP: 3,10 (1) / 3,60 (2)
- Refrigerante: R-134a
- compressore: Rotary non-inverter

- Potenza sonora: 53 dB(A);
- IP classe: IPX4
- dim. (Ax D) 1500x650 mm
- peso vuoto: 112 kg
- rivestimento: ABS in rilievo colore bianco

Articolo 3.2.2.2 Distribuzione

La distribuzione dell'acqua calda dovrà avere le stesse caratteristiche di quella dell'acqua fredda.

La temperatura di distribuzione dell'acqua calda, negli impianti con produzione centralizzata, non dovrà essere superiore a 48 °C + 5 °C di tolleranza, nel punto di immissione nella rete di distribuzione, come indicato nel D.P.R. 412/93 e s.m.i.

Le tubazioni delle reti di distribuzione dovranno essere coibentate con materiale isolante di spessore minimo come indicato nella tabella I dell'allegato B del D.P.R. 412/93 e s.m.i. sopra citato.

Come per la distribuzione dell'acqua fredda, le colonne montanti della rete di distribuzione dell'acqua calda saranno munite di un organo di intercettazione, con rubinetto di scarico alla base e ammortizzatore di colpo d'ariete in sommità.

Su ogni condotta di collegamento di una colonna con gli apparecchi sanitari, da essa serviti in uno stesso ambiente, dovrà essere installato un organo di intercettazione.

Dovranno comunque essere osservati i criteri riportati nel D.M. 12 dicembre 1985 nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n. 27291.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Paragrafo 3.2.3 Componenti delle reti di distribuzione

Articolo 3.2.3.1 Gruppo di pressurizzazione

Fornitura, trasporto e installazione di Gruppo di pressurizzazione composto da:

- n. 3 Elettropompe multistadio ad asse verticale
- n. 3 Vasi di espansione a membrana 24 litri PN16
- n. 1 Locale da esterno
- Installazione del gruppo di pressurizzazione
- Kit accessori ed impianto elettrico locali esterni

Caratteristiche tecniche singola elettropompa:

Tipologia

- Elettropompa multistadio ad asse verticale

Caratteristiche di utilizzo

- Massima temperatura dell'acqua pompata 90 °C
- Servizio continuo S1
- Classe energetica IE2 per motori fino a 5,5 kW, IE3 per motori 7,5 kW e superiori
- Grado di protezione IP 55
- Classe d'isolamento F
- Frequenza 50 Hz

Caratteristiche costruttive

- Motore asincrono a induzione

- Ventilazione esterna

I gruppo di pressurizzazione sono n.2 come da elaborati specialistici di progetto.

Articolo 3.2.3.2 Tubazioni

Per la realizzazione delle distribuzioni dell'acqua fredda e calda potranno essere usati tubi:

- acciaio zincato;
- multistrato;
- polietilene ad alta densità.

È vietato l'uso di tubi di piombo.

I tubi di acciaio zincato dovranno essere conformi alle norme UNI 10255, UNI EN 10224.

I tubi in multistrato dovranno essere conformi alla norma UNI 10954-1. UNI EN ISO 21003-1.

I tubi di polietilene ad alta densità dovranno essere conformi alla norma UNI 12201-1-2-3-4-5.

Il percorso delle tubazioni dovrà essere tale da consentirne il completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria.

Se necessario, sulle tubazioni percorse da acqua calda dovranno essere installati compensatori di dilatazione e relativi punti fissi.

E' vietato collocare le tubazioni di adduzione acqua all'interno di cabine elettriche e sopra quadri e apparecchiature elettriche.

Nei tratti interrati, le tubazioni di adduzione dell'acqua dovranno essere collocate ad una distanza minima di 1 m e ad un livello superiore rispetto ad eventuali tubazioni di scarico.

Le tubazioni metalliche interrate dovranno essere protette dalla azione corrosiva del terreno e da eventuali correnti vaganti.

Nell'attraversamento di strutture verticali e orizzontali, le tubazioni dovranno essere installate entro controtubi in materiale plastico o in acciaio zincato. I controtubi sporgeranno di 25 mm dal filo esterno delle strutture e avranno diametro superiore a quello dei tubi passanti, compreso il rivestimento coibente.

Lo spazio tra tubo e controtubo dovrà essere riempito con materiale incombustibile e le estremità dei controtubi dovranno essere sigillate con materiale adeguato.

Il collegamento delle tubazioni delle apparecchiature dovrà essere eseguito con flange o con bocchettoni a tre pezzi.

Le tubazioni di qualsiasi tipo dovranno essere opportunamente supportate secondo quanto indicato nelle norme UNI 9182 e UNI EN 806 varie parti.

Le tubazioni dovranno essere contrassegnate con colori distintivi, secondo la norma UNI 5634.

Tubazioni.

Tubazioni in pead per fluidi in pressione, PN 16, conteggiate a metro lineare per linee interrate. Tubazioni in polietilene ad alta densità, colore nero, conteggiate a metro lineare, per condotte interrate in pressione (acquedotti, irrigazione, impianti idrici antincendio), PN 16, prodotte secondo normativa vigente, giunzioni a manicotto oppure con saldatura di testa, comprensive di pezzi speciali, materiale per giunzioni.

Diametri variabili secondo le indicazioni degli elaborati specialistici di progetto.

Tubazioni d'acciaio zincato per linee, conteggiato metro lineare. Tubazioni d'acciaio zincato conteggiate a metro lineare, per linee, escluse quelle all'interno di locali tecnici e bagni, fornite e poste in opera. Sono compresi: le viti; i manicotti; i pezzi speciali zincati; il materiale di tenuta. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito e funzionante. Sono esclusi: le opere murarie; gli staffaggi. Diametro nominale mm 25 (1")

Articolo 3.2.3.3 Valvole ed Accessori

Il valvolame e gli accessori in genere dovranno essere conformi alle rispettive norme UNI, secondo l'uso specifico.

Per i collegamenti alle tubazioni saranno usati collegamenti filettati per diametri nominali fino a 50 mm, e flangiati per diametri superiori.

Valvole di sezionamento Ø 3" con corpo in ottone in ottone e volantino in lamiera zincata PN 16, attacchi filettati F/F

Rubinetto di erogazione Ø 3/4" in ottone cromato con maniglia a farfalla, con attacco maschio e portagomma, comprese le guarnizioni.

Valvola d'arresto Ø 1" a sfera cromata, con maniglia a farfalla rossa, attacchi FF, passaggio a norma, data in opera comprese le guarnizioni

Quantità e posizionamento secondo le indicazioni degli elaborati specialistici di progetto

Articolo 3.2.3.4 Pozzetti

Pozzetto prefabbricato carrabile in cemento vibrato diaframmato, fornito e posto in opera. Sono compresi: la sigillatura e la formazione dei fori per il passaggio delle tubazioni. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita e funzionante.

Il pozzetto sarà munito di Coperchio in cemento armato vibrocompresso per pozzetti, con telaio e chiusino carrabile per carichi stradali.

Diametri variabili secondo le indicazioni degli elaborati specialistici di progetto.

Articolo 3.2.3.5 Contatori d'acqua

Ove sia necessaria una contabilizzazione del consumo d'acqua localizzata (nel caso di appartamenti, uffici, ecc.), dovranno essere installati contatori d'acqua, adatti al flusso previsto, rispondenti alla norma UNI 8349.

Articolo 3.2.3.6 Trattamenti dell'acqua

Quando le caratteristiche dell'acqua di alimentazione lo richiedano, dovranno essere previsti trattamenti in grado di garantire l'igienicità dell'acqua, eliminare depositi ed incrostazioni e proteggere le tubazioni e le apparecchiature dalla corrosione.

Articolo 3.2.3.7 Sistemi di sopraelevazione della pressione

Il sistema di sopraelevazione dovrà essere in grado di fornire la portata massima di calcolo alla pressione richiesta. A tale scopo possono essere usati:

- autoclavi;
- idroaccumulatori;
- surpressori;
- serbatoi sopraelevati alimentati da pompe.

La scelta del tipo di sistema dovrà essere determinata dalla tipologia d'uso dell'edificio e dal tipo di alimentazione dell'acqua fredda.

Le caratteristiche dei sistemi di sopraelevazione sopra indicati sono riportate nelle norme UNI 9182 - UNI EN 806-1 - UNI EN 806-2 - UNI EN 806-3.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Articolo 3.2.3.8 Apparecchi sanitari e rubinetteria

In generale, gli apparecchi sanitari dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- robustezza meccanica;
- durabilità;
- assenza di difetti;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti;
- a resistenza alla corrosione (per usi specifici);
- adeguatezza alle prestazioni da fornire.

Di seguito si riportano le caratteristiche degli apparecchi.

Vasi

- Dovranno essere conformi alla norma UNI EN 997 se di porcellana sanitaria ed alla UNI 8196 se di resina metacrilica.
- Per tutti gli altri tipi non normati i criteri di scelta sono:
- tenuta d'acqua del sifone incorporato, visibili e di altezza non minore a 50 mm;
- superficie interne visibili completamente pulite dall'azione del flusso d'acqua comunque prodotto;
- nessuna proiezione di schizzi all'esterno durante l'uso;
- sedili costruiti con materiale non assorbente, di conduttività termica relativamente bassa, con apertura frontale quando montati in servizi pubblici.

Lavabi

Dovranno essere conformi alla norma UNI EN 14688.

Per tutti gli altri tipi non normati i criteri di scelta sono:

- ogni punto deve essere agevolmente raggiungibile per la pulizia;
- il bacino di raccolta deve essere di conformazione tale da evitare la proiezione di spruzzi ed il ristagno di acqua al suo interno a scarico aperto.

Lavelli e pilozzi

Dovranno avere le stesse caratteristiche dei lavabi e cioè: dimensioni delle vasche e collocazione della rubinetteria tali da consentire la maneggiabilità del più grosso oggetto da sottoporre a lavaggio.

Piatti doccia

Dovranno essere conformi alle norme UNI EN 14527 se di resina metacrilica. Per tutti gli altri tipi i criteri di scelta sono:

- piatto doccia o, più genericamente, superficie di ricevimento ed evacuazione dell'acqua non scivolosa;
- conformazione della superficie di ricevimento tale da impedire il ristagno di acqua a scarico aperto;

Rubinetti di erogazione e miscelazione

I rubinetti singoli ed i miscelatori dovranno essere conformi alla UNI EN 200.

Tutti i tipi non normati devono avere le seguenti caratteristiche:

- inalterabilità nelle condizioni d'uso previste;
- tenuta all'acqua nel tempo;
- conformazione dei getti tale da non provocare spruzzi all'esterno dell'apparecchio, per effetto dell'impatto sulla superficie di raccolta;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le posizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi, possibilmente con attrezzi elementari;
- continuità nella variazione di temperatura fra la posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

Scarichi

Dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- inalterabilità;
- tenuta fra otturatore e piletta;
- facile e sicura regolabilità per il ripristino della tenuta stessa (scarichi a comando meccanico).

Sifoni

Dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- autopulibilità;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- altezza minima del battente che realizza la tenuta ai gas di 50 mm;
- facile accessibilità e smontabilità.

Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra tubi di adduzione e rubinetteria)

I tubi metallici flessibili dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti.

Per tutti gli altri tipi non normati i criteri di scelta sono:

- inalterabilità nelle condizioni d'uso previste;
- indeformabilità in senso radiale alle sollecitazioni interne ed esterne dovute all'uso;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano i depositi;
- pressione di prova uguale a quella dei rubinetti collegati.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono ad una serie di norme, alcune specifiche in relazione al materiale, tra le quali: UNI EN ISO 10147, UNI EN ISO 9852, UNI EN ISO 3501, UNI EN ISO 3503, UNI EN ISO 3458, UNI EN ISO 1167, UNI EN ISO 2505, UNI EN ISO 4671, UNI EN ISO 7686, UNI EN ISO 15875. Tale rispondenza deve essere comprovata da una dichiarazione di conformità.

Rubinetti a passo rapido, flussometri (per vasi e vuotatoi)

Dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- erogazione con acqua di portata, energia e quantità sufficienti ad assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

Cassette per l'acqua di pulizia (per vasi e vuotatoi)

Le cassette di scarico per la pulizia dei vasi dovranno essere munite di apposito sistema di regolazione di portata per almeno due volumi di scarico: grande 6 litri e piccolo 3 litri, inoltre dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- troppopieno di sezione tale da impedire, in ogni circostanza, la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio, sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- ostruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento;
- spazi minimi di rispetto per gli apparecchi sanitari.

Per il posizionamento degli apparecchi, dovranno essere rispettate le indicazioni riportate nelle norme UNI 9182 e UNI EN 806 varie parti.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Articolo 3.2.3.9 Valvolame, Valvole di non Ritorno, Pompe

- a) Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma UNI EN 1074.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma UNI EN 12729.

Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma UNI EN ISO 4126-1.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

- b) Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme UNI EN ISO 9906 e UNI EN ISO 9905.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Articolo 3.2.3.10 Accumuli dell'acqua e sistemi di elevazione della pressione d'acqua

Per gli accumuli valgono le indicazioni riportate nell'Articolo sugli impianti.

Per gli apparecchi di sopraelevazione della pressione (autoclavi, idroaccumulatori, surpressori, serbatoi sopraelevati alimentati da pompe) vale quanto indicato nelle norme UNI 9182 - UNI EN 806 varie parti.

Articolo 3.2.3.11 Verifiche e prove preliminari degli impianti

La verifica e le prove preliminari di cui appresso, dovranno essere effettuate durante l'esecuzione delle opere e ad impianto ultimato, in modo che risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Distribuzione dell'acqua:

- a) prove idrauliche a freddo, per le distribuzioni di acqua fredda e calda, da effettuarsi prima del montaggio della rubinetteria e prima della chiusura dei vani, cavedi, controsoffitti, ecc.;
- b) prova idraulica a caldo, per le sole distribuzioni di acqua calda con produzione centralizzata;
- c) prova di circolazione e coibentazione della rete di distribuzione di acqua calda, con erogazione nulla;
- d) prova di erogazione di acqua fredda;
- e) prova di erogazione di acqua calda;
- f) verifica della capacità di erogazione di acqua calda;
- g) verifica del livello di rumore.

Le prove e verifiche dovranno essere effettuate secondo le modalità indicate nelle norme UNI 9182 e UNI EN 806 varie parti.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

3.2.1 Gruppo di pressurizzazione

Paragrafo 3.2.4 Reti di scarico acque usate e meteoriche

Articolo 3.2.4.1 Generalità

Con il nome generico di scarichi, si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane, dovranno essere separate, fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto per le vie più brevi, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili od incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di

consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti del fabbricato;

- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti.

Tutte le tubazioni di scarico per acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

Articolo 3.2.4.2 Trattamento reflui civili degli uffici

L'impianto di trattamento dei reflui civili degli uffici e spogliatoi dovrà essere così composto:

- N. 1 Vasca biologica tipo Imhoff per il trattamento primario delle acque reflue delle civili abitazioni o assimilabili, in polietilene (PE), prodotta in azienda certificata ISO 9001/2008, dimensionata secondo UNI EN 12566-3 e rispondente alla Delibera D.A.C.R. n°145 DEL 26/01/10 Piano Tutela Acque Marche e al D.Lgs n°152/2006, per installazione interrata, dotata di: cono di sedimentazione, tronchetto di entrata con curva 90° in PVC con guarnizione a tenuta, tronchetto di uscita con deflettore a T in PVC con guarnizione a tenuta, sfiato per il biogas e chiusini per le ispezioni e gli interventi di manutenzione e spurgo; prolunghe opzionali installabili sulle ispezioni;

Fossa biologica Imhoff volume utile sedimentatore 1012 lt, volume utile digestore 1513 lt, diametro 1710 mm, altezza 1725 mm

- N. 1 Separatore dei grassi vegetali, schiume e sedimenti pesanti dalle acque reflue grigie delle civili abitazioni o assimilabili (lavandini di bagni e cucine, docce, bidet,...), in polietilene (PE), prodotto in azienda certificata ISO 9001/2008, rispondente al D.Lgs n. 152 del 2006 e certificato secondo la norma UNI-EN 1825-1, per installazione interrata, dotato di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta in entrata con curva 90° per il rallentamento e la distribuzione del flusso e, in uscita, di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta, con deflettore a T e tubazione sommersa per impedire la fuoriuscita del grasso e schiume accumulate; dotato anche di sfiato per il biogas in PP e di chiusini per le ispezioni e gli interventi di manutenzione e spurgo; prolunghe opzionali installabili sulle ispezioni.

Separatore di grassi con volume utile 218 lt, diametro 630 mm, altezza 970 mm

- N. 1 Depuratore biologico con filtro percolatore anaerobico per il trattamento secondario di depurazione delle acque reflue di civili abitazioni o assimilabili, in monoblocco di polietilene (PE), prodotto in azienda certificata ISO 9001/2008, dimensionato secondo UNI EN 12566-3 rispondente al DLgs n. 152 del 2006 per lo scarico del refluo depurato in corso idrico superficiale o in subirrigazione, dotato di filtro costituito da corpi di riempimento in PP isotattico nero ad alta superficie specifica; presenza, in entrata, di tronchetto forato in PVC con guarnizione a tenuta per l'immissione del refluo dall'alto e, in uscita, di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta e tubazione sommersa per la captazione del refluo depurato dal fondo della vasca; dotato anche di sfiato per il biogas e di chiusini per le ispezioni e gli interventi di manutenzione e spurgo; prolunghe opzionali installabili sulle ispezioni;

Depuratore biologico con filtro percolatore anaerobico con volume massa filtrante pari a 1.77 mc, misure 190 x 70.8 x H 214 cm

La fornitura e posa si deve intendere complessiva di quanto sopra e coerente a quanto riportato nel Computo metrico ed Analisi Prezzi.

Articolo 3.2.4.3 Impianto di scarico acque di rifiuto non piovane

In conformità al DM 37/2008 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica, in particolare si osserveranno le indicazioni e le prescrizioni delle norme UNI EN 12056-1 e 12056-5. L'impianto di scarico delle acque usate deve, altresì, essere conforme alle prescrizioni di cui al D.Lgs. 152/2006 s.m.i. (Codice ambiente).

Per impianto di scarico delle acque usate si intende l'insieme di condotte, apparecchi, etc... che trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica. Il sistema di scarico deve essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche almeno fino al punto di immissione nella fogna pubblica.

Il sistema di scarico può essere suddiviso in casi di necessità in più impianti convoglianti separatamente acque fecali, acque saponose, acque grasse. La modalità di recapito delle acque usate sarà comunque conforme alle prescrizioni delle competenti autorità.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni di seguito riportate, nonché quanto previsto dalla norme UNI EN 12056-1 e 12056-5. A titolo generale si rammenta che i materiali costituenti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
- impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;
- resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
- resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;
- opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
- resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
- resistenza agli urti accidentali;
- in generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:
 - conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
 - stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
 - sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
 - minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
 - durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati;
- gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;
- le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicati nei documenti progettuali e, qualora questi non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) l'impianto deve essere installato nel suo insieme in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.
- b) Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o similari o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile, devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il DM 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate e la relativa Circolare del MLLPP16 marzo 1989, n. 31104.

- c) i raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc... Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.
- d) i cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producono apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne della verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:
- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata dal bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
 - essere raccordate al di sotto del più basso raccordo di scarico;
 - devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.
- e) I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.
- f) I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. Devono essere posizionati:
- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
 - ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
 - ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
 - ad ogni confluenza di due o più provenienze;
 - alla base di ogni colonna.
- Le ispezioni devono essere accessibili ed avere spazi sufficienti per operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni.
- Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40/50 m.
- g) I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione e, in particolare, quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.
- h) Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.
- i) Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

Gli impianti di trattamento delle acque devono essere progettati, installati e collaudati in modo che le acque da essi effluenti prima di essere consegnate al recapito finale rispondano alle caratteristiche indicate nella D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 s.m.i.(Codice ambiente).

Pompe di rilancio

Elettropompa sommergibile per acque nere di rifiuto e liquami, motore trifase. Elettropompa sommergibile per acque di rifiuto e liquami, esecuzione monoblocco, idonea particolarmente per scarichi fecali e simili, 1400 l/min, caratteristica fissa, temperatura d'impiego max 50°C, grado di protezione IP

68, completa di accessori per installazione quali gomito flangiato con piede di appoggio, fune di guida per montaggio, mensola, dispositivo di aggancio, bulloni e viti ad espansione, esclusi i collegamenti elettrici. Portata min/med/max: Q (m³/h). Prevalenza corrispondente non inferiore a: H (bar). Diametro nominale: DN (mm). Q = 0,0/ 9/ 18 H = 3,00/ 2,35/0,70 DN = mm 40.

Tubazioni

Tubazioni in pead per fluidi in pressione, **PN 16**, conteggiate a metro lineare per linee interrate. Tubazioni in polietilene ad alta densità, colore nero, conteggiate a metro lineare, per condotte interrate in pressione (acquedotti, irrigazione, impianti idrici antincendio), PN 16, prodotte secondo normativa vigente, giunzioni a manicotto oppure con saldatura di testa, comprensive di pezzi speciali, materiale per giunzioni.

Diametri variabili secondo le indicazioni degli elaborati specialistici di progetto.

Tubazioni in PVC, serie pesante, giunti incollati, conteggiate a metro lineare per condotte interrate, interne o esterne ai fabbricati. Tubazioni in PVC rigido, serie pesante **tipo 302**, per scarichi di acque calde, posate all'interno o all'esterno di fabbricati, con giunzioni incollate. Il costo del tubo a metro lineare comprende la fornitura e posa in opera, i pezzi speciali. Sono escluse le opere di scavo, rinterro e pavimentazione.

Diametri variabili secondo le indicazioni degli elaborati specialistici di progetto.

Pozzetti e canalette

Pozzetto a moduli stampati in polietilene di tipo monoblocco diametro interno 800 mm con base a tre o quattro vie per condotte in materiale plastico liscio o corrugato con innesti preformati per un diametro massimo di tubazioni di ingresso ed uscita pari a 450 mm. Posto in opera per l'allaccio a tenuta con le tubazioni, inclusi il letto con calcestruzzo cementizio, il rinfiacco e il rinterro con la sola esclusione degli oneri per lo scavo Altezza 1600 mm.

Pozzetto a moduli stampati in polietilene di tipo monoblocco diametro interno 1000 mm con base a tre o cinque vie per condotte in materiale plastico liscio o corrugato con innesti preformati per un diametro massimo di tubazioni di ingresso ed uscita pari a 500 mm per base a tre vie e pari a 350 mm per base a cinque vie. Posto in opera per l'allaccio a tenuta con le tubazioni, inclusi il letto con calcestruzzo cementizio, il rinfiacco e il rinterro con la sola esclusione degli oneri per lo scavo Altezza da 1600 a 2100 mm.

Canalette in cemento prefabbricate. Fornitura e posa in opera di canalette in cemento prefabbricate tipo PIRKER, compresa la sigillatura dei giunti ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. Da mm 250x290x1000

Caditoie e griglie in ghisa sferoidale delle caratteristiche indicate dalle norme vigenti fornite e poste in opera. Sono compresi: tutte le opere murarie necessarie; la fornitura delle certificazioni di corrispondenza del materiale alle norme vigenti e della resistenza a rottura e quanto altro occorre per dare il lavoro finito.

Articolo 3.2.4.4 Impianto di scarico acque meteoriche

Per impianto di scarico acque piovane si intende l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto. In conformità al DM 37/2008 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica; si potrà pertanto fare riferimento alle indicazioni della norma UNI EN 10724.

Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate ed industriali.

Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento.

Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda;
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc...);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc...).

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali e le prescrizioni appresso riportate. Qualora questi ultimi non siano specificati in dettaglio nel progetto o, a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc...;
- gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda oltre a quanto detto in a) se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a); la rispondenza delle gronde di plastica alla norma UNI EN 607 soddisfa quanto detto sopra;
- i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere alle stesse prescrizioni valide per lo scarico delle acque usate; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI EN 10216 – 5 del 2005 e UNI EN 10088-2 del 2005;
- per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma UNI EN 124.
- i pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i fissaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto e di materiale compatibile con quello del tubo.
- i bocchettoni ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale;
- per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc...) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

Tubazioni

Tubazioni in PVC, serie pesante, giunti a innesto, conteggiate a metro lineare per condotte interrato all'esterno di fabbricati. Tubazioni in PVC rigido, serie pesante tipo 303/1, per condotte di scarico all'esterno di fabbricati e sottoposte a traffico pesante, con giunzioni a innesto e guarnizione elastomerica. Il costo del tubo a metro lineare comprende la fornitura e posa in opera, ed i pezzi speciali, escluse le opere di scavo, rinterro e pavimentazione.

Tubazione in PVC rigido, con contenuto minimo di PVC pari all'80% , per condotte di scarico interrato di acque civili e industriali, giunto a bicchiere con guarnizione elastomerica, contrassegnata ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e marchio di conformità di prodotto IIP UNI e/o equivalente marchio rilasciato da organismo riconosciuto nell'ambito della comunità europea. Compresi i pezzi speciali, le relative giunzioni, esclusi la formazione del letto di posa e del rinfilanco con materiale idoneo. Rigidità anulare SN 4 kN/mq DE 1000 mm

Pompa di rilancio

Fornitura di n.1 elettropompa sommergibile per liquidi carichi tipo Caprari mod. KCA080HG+001641N3 o equivalente compreso di piede di accoppiamento per l'installazione fissa, dalle seguenti specifiche:

- Portata: 18,0 l/s
- Prevalenza: 6 m
- Potenza: 1,6 kW

Pozzetti

Pozzetto prefabbricato carrabile in cemento vibrato diaframmato, fornito e posto in opera. Sono compresi: la sigillatura e la formazione dei fori per il passaggio delle tubazioni. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita e funzionante. Sono esclusi lo scavo, il rinfilanco, i chiusini o le lastre di ripartizione carrabile.

Misure variabili secondo le indicazioni degli elaborati specialistici di progetto. Munito di coperchio in cemento armato vibrocompresso per pozzetti, con telaio e chiusino carrabile per carichi stradali

Direzione lavori

Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di adduzione dell'acqua opererà come segue:

- Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).
- Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta all'acqua come riportato nell'art. 116 del presente capitolato sull'impianto di scarico acque usate.
- Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

Articolo 3.2.4.5 Materiali ammessi per la rete delle acque di rifiuto e piovane

Nella realizzazione della rete di scarico acque di rifiuto e meteoriche, sono ammesse tubazioni dei seguenti materiali:

- tubi di acciaio zincato UNI EN 10255 (il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose). Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI ISO 5256, UNI 9099, UNI 10416 esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;
- tubi di ghisa: devono rispondere alle UNI EN 545, essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di piombo: devono essere lavorati in modo da ottenere sezione e spessore costanti in ogni punto del percorso; devono essere protetti con catrame e verniciati con vernici bituminose per proteggerli dall'azione aggressiva del cemento;
- tubi di gres: devono rispondere alla UNI EN 295-2;
- tubi di fibrocemento: devono rispondere alla UNI EN 588-1 e UNI EN 12763;
- **tubi di calcestruzzo non armato UNI 11364 e UNI EN 1916; i tubi armati per condotte non in pressione devono rispondere alle prescrizioni di buona tecnica (fino alla disponibilità di norma UNI);**
- tubi di materiale plastico: devono rispondere alle seguenti norme:
 - tubi di pvc per condotte all'interno dei fabbricati: UNI EN 1329-1;
 - tubi di pvc per condotte interrate: UNI EN 1401-1;
 - tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrate: UNI EN 12666-1;

- tubi di polipropilene (PP): UNI EN 1451-1;
- tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI EN 1519.

Per le sole per condotte di acque piovane all'esterno dei fabbricati sono altresì ammesse tubazioni in:

- lamiera di rame opportunamente formata;
- lamiera zincata;
- tubi di pvc in accordo alle norme UNI EN 12200 (Sistemi di tubazioni di materia plastica per pluviali all'esterno dei fabbricati - Policloruro di vinile non plastificato PVC-U).
- ghisa centrifugata e catramata, giunti a bicchiere sigillati con corda e piombo fuso, o a freddo con idoneo materiale.

Articolo 3.2.4 Impianto acque di prima pioggia

Fornitura e posa in opera di Impianto Acque Prima Pioggia, sistema con accumulo dei primi 5 mm. di pioggia e rilancio al Disoleatore esterno, superficie mq. 1.800, volume utile mc. 9, diametro tubazioni: ingresso da piazzale DN400 – ingresso prima pioggia DN160 – uscita seconda pioggia DN315, Disoleatore esterno portata NS 2 lt./sec. idoneo al sistema di trattamento, composto da Vasche Prefabbricate da Interrare con sistema di gestione UNI EN ISO 9001 e ISO 45001, realizzate in Cemento Armato Vibrato monoblocco, rinforzate con pilastri verticali e puntoni orizzontali in acciaio inox, con pittura elastomerica protettiva antifessurazione Elastocolor delle pareti esterne in calcestruzzo ad alta elasticità permanente ed elevata resistenza chimica, calcestruzzo in classe di resistenza a compressione C45/55 (RCK >55 N/mm²), armature interne in acciaio ad aderenza migliorata controllate in stabilimento e rete elettrosaldata a maglia quadrata di tipo B450C, corredate di attestazioni RESISTENZA CHIMICA e REAZIONE AL FUOCO (classe: A1) rilasciate da organo esterno secondo le norme UNI EN. L'Impianto Acque Prima Pioggia viene fornito completo di:

- Pozzetto Scolmatore esterno delle dimensioni esterne di cm.125x130xh100, completo di fori di entrata, by-pass e uscita alla Vasca di Prima Pioggia;
- Vasca di Prima Pioggia prefabbricata per sedimentazione ed accumulo in monoblocco c.a.v. delle dimensioni esterne di cm.246x270xh200 per formare un volume utile complessivo di mc. 9, completa di foro di ingresso e valvola di chiusura interamente realizzata in acciaio inox AISI 304 installata in entrata, kit prima pioggia PLC con n.1 elettropompa 220/400V, sensore pioggia, allarme ottico-acustico e quadro elettrico con display touchscreen, setto in c.a.v. di protezione elettropompa;
- Disoleatore Statico esterno marcato CE e conforme alla norma UNI EN 858-1, portata NS 2 lt./sec., delle dimensioni esterne di cm. 125x180xh150, completo di fori di ingresso/uscita, raccordo innesto in entrata con guarnizione in gomma elastomerica e relativo deflettore di calma in acciaio inox AISI 304, filtro Refill per coalescenza in telaio in acciaio inox AISI 304 estraibile e lavabile, dispositivo di chiusura automatica del tipo Otturatore a galleggiante interamente realizzato in acciaio inox AISI 304.

3.2.2 Opere di invarianza idraulica **Opere di invarianza idraulica**

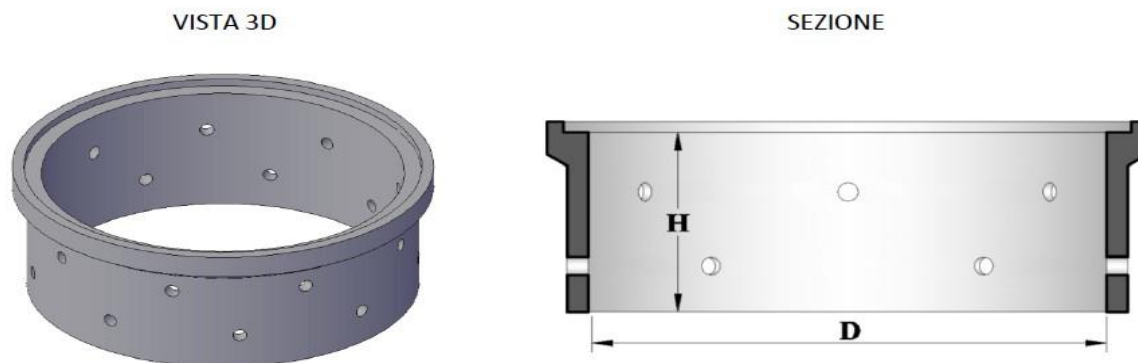
1. Canalette di raccolta delle acque pluviali di monte e canaletta di sfioro emergenziale del bacino, costituite da cunette trapezoidali prefabbricate in calcestruzzo dosato a 200 kg/mq - Sezione utile maggiore di 0,42 mq e spessore maggiore di cm 3;

2. Geocomposito antierosivo, a protezione delle sponde, costituito da una georete tridimensionale in nylon con incorporata una geogriglia in poliestere. La georete deve essere costituita da monofilamenti in poliammide (nylon 6) o polipropilene trattati al carbon black, aggrovigliati e termosaldati nei punti di contatto in modo da generare una struttura tridimensionale con un indice alveolare superiore al 90%. La geogriglia di supporto incorporata deve avere una struttura a maglia quadrata i cui lati misurano tra i 20 ed i 30 mm, essere costituita da filamenti in fibra di poliestere ad alta tenacità ed essere ricoperta con

uno strato polimerico come protezione ai raggi UV. Il geocomposito deve avere uno spessore complessivo non inferiore ai 12 mm.

Resistenza caratteristica a lungo termine di circa 66 kN/m e resistenza ultima a trazione longitudinale maggiore o uguale di 55 kN/m.

3. Pozzetto disperdente in cls prefabbricato a sezione circolare del diametro interno 120 cm, realizzato con elementi con impronte laterali per l'immissione di tubi. I primi due settori risultano fessurati per l'immissione dell'acqua accumulata e lo scarico della stessa lungo la tubazione in PVC DN200, collegata al terzo settore circolare, cieco ed interrato. La lastra superiore di copertura e chiusura del pozzetto è realizzata in cls con spessore di 20 cm.



4. Pozzetto di confluenza delle tubazioni di scarico in uscita dal bacino di laminazione e di scarico delle acque depurate in impianto, costituito da elementi prefabbricati in cemento vibrato, di dimensioni interne cm 80x80x80

5. Gabbionata a protezione della sponda al punto di immissione nel bacino di laminazione, eseguita con gabbioni del tipo a scatola, di larghezza di 2,00 m, lunghezza di 3,00 m e spessore di 0,50 m, realizzata in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10, in accordo con la normativa vigente avente un diametro compreso fra 2,7-3,00 mm, rivestiti in lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%) e terre rare con un quantitativo maggiore di 245 g/ mq. La gabbionata sarà inoltre costituita da pietrame disposto a strati, ben assestato che dovrà essere non gelivo, non friabile e di pezzatura idonea per non fuoriuscire dalle maglie. Gabbionata a protezione delle sponde del fosso Catalini al punto di immissione, eseguita con gabbioni del tipo a scatola, come sopra descritti, di dimensioni di 1,00 m x 1,00 m con lunghezza totale pari a 6,00 m. Per la protezione del fondo alveo i gabbioni hanno larghezza di 2,00 m altezza di 0,50 m e lunghezza totale pari a 6,00 m.

Articolo 3.2.5 Prove di tenuta delle reti di distribuzione

Il collaudo delle reti di distribuzione sarà effettuato in accordo alle prove definite dalle norme UNI 9182.

Prove idrauliche a freddo.

Vanno effettuate sulle reti di acqua fredda e calda, hanno lo scopo di evidenziare perdite di liquido. Esse vengono compiute prima del montaggio della rubinetteria mantenendo le tubazioni per non meno di quattro ore consecutive ad una pressione di almeno 1,5 volte quella di esercizio con minimo 600kPa. Dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso e dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito. La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 5 m H₂O. La prova si riterrà superata se, al termine, il manometro indica il valore iniziale della pressione con una tolleranza massima di 30kPa.

Prove idrauliche a caldo.

Vanno effettuate sulle reti di acqua calda con produzione centralizzata, hanno lo scopo di accertare gli effetti delle dilatazioni termiche sulle tubazioni e sugli elementi da queste attraversate. La prova va effettuata dopo la messa in funzione dell'impianto di preparazione dell'acqua calda, alla pressione di esercizio, per non meno di due ore consecutive, ad un valore della temperatura iniziale maggiore di almeno 10°C al massimo valore di temperatura raggiungibile nell'esercizio. La prova si ritiene superata se non vi sono danneggiamenti delle strutture stesse e si consenta che le tubazioni scorrano liberamente.

Prove di circolazione e coibentazione:

Vanno effettuate su reti di distribuzione di acqua calda, hanno lo scopo di accertare l'efficienza della coibentazione delle tubazioni. La prova misura la differenza fra la temperatura dell'acqua calda in partenza dal preparatore di acqua calda e temperatura nel punto più lontano. La prova si ritiene superata se la differenza non supera i 2°C. Dovrebbe essere effettuata durante il periodo più freddo dell'anno.

Articolo 3.2.6 Garanzia degli impianti

La Ditta assuntrice ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento, per un periodo di 12 mesi dalla data del rilascio del certificato di collaudo favorevole.

Pertanto, fino al termine di tale periodo, la Ditta assuntrice deve riparare, tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verifichino negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetti di montaggio e funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio degli impianti, ma ad evidente imperizia e negligenza di chi ne fa uso.

Titolo 3.3 Impianti elettrici

Articolo 3.3.1 Generalità

Quale regola generale si intende che tutti i materiali, apparecchiature e componenti, previsti per la realizzazione degli impianti dovranno essere muniti del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e/o del contrassegno CEI o di altro Marchio e/o Certificazione equivalente.

Tali materiali e apparecchiature saranno nuovi, di alta qualità, di sicura affidabilità, completi di tutti gli elementi accessori necessari per la loro messa in opera e per il corretto funzionamento, anche se non espressamente citati nella documentazione di progetto; inoltre, dovranno essere conformi, oltre che alle prescrizioni contrattuali, anche a quanto stabilito da Leggi, Regolamenti, Circolari e Normative Tecniche vigenti (UNI, CEI UNEL ecc.), anche se non esplicitamente menzionate.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

Il Direttore dei Lavori si riserva il diritto di autorizzarne l'impiego o di richiederne la sostituzione, a suo insindacabile giudizio, senza che per questo possano essere richiesti indennizzi o compensi suppletivi di qualsiasi natura e specie.

Tutti i materiali che verranno scartati dal Direttore dei Lavori, dovranno essere immediatamente sostituiti, siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera, senza che l'Affidatario abbia nulla da eccepire. Dovranno quindi essere sostituiti con materiali idonei rispondenti alle caratteristiche e ai requisiti richiesti.

Salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori, nei casi di sostituzione i nuovi componenti dovranno essere della stessa marca, modello e colore di quelli preesistenti, la cui fornitura sarà computata con i prezzi degli elenchi allegati. Per comprovati motivi, in particolare nel caso di componenti non più reperibili sul mercato, l'Affidatario dovrà effettuare un'accurata ricerca al fine di reperirne i più simili a quelli da sostituire sia a livello tecnico-funzionale che estetico.

Tutti i materiali, muniti della necessaria documentazione tecnica, dovranno essere sottoposti, prima del loro impiego, all'esame del Direttore dei Lavori, affinché essi siano riconosciuti idonei e dichiarati accettabili.

L'accettazione dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti è vincolata dall'esito positivo di tutte le verifiche prescritte dalle norme o richieste dal Direttore dei Lavori, che potrà effettuare in qualsiasi momento (preliminarmente o anche ad impiego già avvenuto) gli opportuni accertamenti, visite, ispezioni, prove, analisi e controlli.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici dovranno essere adatti all'ambiente in cui saranno installati e dovranno avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio, dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano e dovranno riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Tutti i materiali per i quali è prevista l'omologazione, o certificazione similare, da parte dell'I.N.A.I.L., V.V.F., A.S.L. o altro Ente preposto saranno accompagnati dal documento attestante detta omologazione.

Tutti i materiali e le apparecchiature impiegate e le modalità del loro montaggio dovranno essere tali da:

- a) garantire l'assoluta compatibilità con la funzione cui sono preposti;
- b) armonizzarsi a quanto già esistente nell'ambiente oggetto di intervento.

Tutti gli interventi e i materiali impiegati in corrispondenza delle compartimentazioni antincendio verticali ed orizzontali dovranno essere tali da non degradarne la Classe REI.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di fornire alla Ditta aggiudicataria, qualora lo ritenesse opportuno, tutti o parte dei materiali da utilizzare, senza che questa possa avanzare pretese o compensi aggiuntivi per le prestazioni che deve fornire per la loro messa in opera.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nella CEI 64-50, che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte

Articolo 3.3.2 Disegni e documentazione finale

Alla fine del lavoro e prima delle prove di funzionamento dovranno essere forniti gli schemi elettrici aggiornati as-built di tutti gli impianti installati dall'Affidatario.

Dovranno essere forniti alla Direzione dei Lavori tutti i disegni di montaggio e d'officina di tutte le apparecchiature che abbisognano di opere accessorie per la posa in opera, quali basamenti, collegamenti elettrici, inserimenti nelle strutture edili, ecc.

Oltre a quanto in precedenza, la Ditta dovrà redigere entro due mesi dalla ultimazione, quanto segue: I disegni definitivi degli impianti, così come effettivamente realizzati (As-Built), completi di piante, sezioni, schemi, ecc.; il tutto quotato, in modo da potere verificare in ogni momento le reti e gli impianti stessi.

Gli schemi e i disegni dovranno essere consegnati anche su supporto informatico compatibili con ambiente operativo Windows® (in formato Autodesk Autocad® DWG o formato di interscambio DXF per gli elaborati grafici, informato MicrosoftWord® od ASCII standard TXT per gli elaborati tecnici descrittivi e le specifiche di fornitura prodotti dall'Affidatario, in formato Joint Photo Expert Group® JPG -compressione Huffman <20-o Aldus Corporation® TIFF - compressione LZW - per i certificati ed i documenti non altrimenti riproducibili). Dovranno essere rilasciate comunque tutte le certificazioni previste dalla Legge e dalla normativa ad oggi in vigore.

- Dichiarazione di Conformità ai sensi del D.M. 37/08 e relativa documentazione allegata;
- Certificazione dei Quadri MT e BT;
- Certificazioni attestazione cavi di segnale;
- Libretti di istruzioni;
- Schemi Quadri Elettrici;
- Schemi elettrici funzionali;
- Disegno del frontequadro, particolare del sistema di fissaggio a pavimento o a parete;
- Schema unifilare con indicata la marca ed il tipo delle apparecchiature utilizzate.

La composizione delle morsettiere d'ingresso e d'uscita, con l'indicazione del numero, del tipo, della marca del morsetto e il simbolo ad esso abbinato e utilizzato negli schemi elettrici. Le morsettiere suddette saranno inoltre suddivise in gruppi funzionali a seconda del servizio svolto (cosa che sarà pure indicata in loro prossimità);

Depliant con marca e tipo delle Apparecchiature installate;

La Amministrazione prenderà in consegna gli impianti solo dopo l'ultimazione dei lavori e non appena l'Affidatario avrà ottemperato a quanto previsto nelle presenti norme.

L'Amministrazione Appaltante si riserva la facoltà, ultimati gli impianti, di imporre all'Affidatario la messa in funzione degli stessi, rimanendone però unico responsabile e con la totale conduzione e manutenzione ordinaria e straordinaria in completo carico dell'Affidatario stesso, fino a quando non avrà ottemperato a quanto previsto nel presente paragrafo, cioè fino a quando la Amministrazione Appaltante potrà prendere in consegna l'impianto.

Restano esclusi dagli oneri dell'Affidatario, in tale periodo, i soli costi di energia elettrica.

La garanzia sugli impianti, fissata in due anni, decorrerà dalla data di consegna ufficiale degli impianti alla Amministrazione.

Articolo 3.3.3 Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte come prescritto dall'art. 6, comma 1 del D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i. e secondo quanto previsto dal D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. Saranno considerati a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei VV.F.;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Fornitrice del Servizio Telefonico;
- alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- al Regolamento CPR UE n. 305/2011.

A titolo indicativo, ma non esclusivo, indichiamo qui di seguito le principali Leggi e Norme a cui ci si dovrà attenere (quando applicabili) nell'esecuzione delle opere:

- Legge 1 Marzo 1968 n.186 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- D.M. 22 Gennaio 2008 n.37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- D.L. 9 Aprile 2008 n.81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";

- Decreto legislativo del 16 giugno 2017 n°106 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE."
- C.E.I. 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica";
- CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";
- CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale";
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee incavo";
- IEC 62502-2 "Cavi per energia a isolamento estruso a loro accessori per tensioni assegnate da 1kV a 30kV. Parte 2. Cavi con tensione assegnata da 6kV a 30kV";
- CEI-UNEL 35027 "Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata";
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua";
- CEI 11-28 "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- CEI 64-50 "Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici".
- CEI EN 61439-1(CEI 17-113) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali"
- CEI EN 61439-2.(CEI 17-112) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza"
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Valutazione del rischio".
- CEI EN 62271-102 "Apparecchiatura ad alta tensione Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata"
- CEI IEC/TR 60890 "Modalità di verifica tramite calcolo della sovratemperatura per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)"
- CEI 20-13 "Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV"
- CEI 20-20/5;Ab "Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 5: Cavi flessibili;
- Serie CEI 20-21 Calcolo della portata dei cavi elettrici;
- CEI 20-33 Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione U₀/U non superiore a 600/1000V in corrente alternata a 750V in corrente continua;
- Serie CEI 20-36 "Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito";
- CEI 20-38/1 "Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi Parte I - Tensione nominale U₀/U non superiore a 0,6/1 kV";

- CEI EN 50565-1 "Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 1: Criteri generali"
- CEI EN 60598-1 Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni generali e prove.

È a carico dell'Impresa l'espletamento di tutte le pratiche per il rilascio dei vari nulla osta degli Enti preposti ai controlli.

Tutte le eventuali modifiche o aggiunte che dovessero essere fatte agli impianti per ottenere i predetti nulla osta, o per ottemperare alle prescrizioni degli Enti preposti, o per rendere gli impianti assolutamente conformi alle normative, devono essere preliminarmente sottoposte all'approvazione della Direzione dei Lavori.

Articolo 3.3.4 Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti

Durante il corso dei lavori, alla Stazione Appaltante è riservata la facoltà di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del Capitolato Speciale d'Appalto.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento ed in tutto quello che potrà essere utile al cennato scopo.

Le prove e verifiche preliminari saranno eseguite in contraddittorio fra la Direzione dei Lavori e la Ditta e verbalizzate.

Sarà eseguita una verifica intesa ad accertare che il montaggio di tutti gli apparecchi, materiali, ecc., sia stato eseguito correttamente e secondo le buone regole dell'arte e che la qualità dei componenti impiegati non sia inferiore alle prescrizioni contrattuali.

L'impianto elettrico, prima di essere messo in servizio, sarà esaminato a vista e provato per verificare che le prescrizioni normative, le modalità installative indicate dai costruttori dei componenti, le specifiche tecniche e di esecuzione siano state rispettate.

Nel caso d'ampliamenti o modifiche d'impianti esistenti, si verificherà che gli interventi non compromettano la sicurezza delle parti non modificate dell'impianto esistente.

Gli impianti saranno verificati secondo quanto disposto dalla Norma CEI 64-14 e dalla norma CEI 64-8, parte VI.

In particolare saranno effettuate le seguenti operazioni:

- Esame a vista ordinario ed approfondito;
- Misura delle distanze di protezione e controllo delle barriere ed involucri;
- Scelta dei conduttori;
- Scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- Presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento e/o comando;
- Scelta dei componenti e delle misure di protezione;
- Idoneità dei componenti impiegati rispetto le influenze esterne;
- Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- Presenza di schemi, di cartelli monitori e d'informazioni analoghe;
- Identificazione di circuiti ed apparecchiature.

Oltre all'esame a vista dovranno essere effettuate tutte le prove strumentali previste dalle norme summenzionate e dalla legislazione vigente; in particolare dovrà essere effettuata la denuncia dell'impianto di messa a terra ai sensi del d.p.r. 462 del 2001 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi."

Per le verifiche strumentali degli impianti sarà onere della Ditta Appaltatrice fornire le seguenti apparecchiature:

- Apparecchio per la prova di continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali;
- Misuratore della resistenza d'isolamento;
- Misuratori della resistenza o dell'impedenza dell'anello di guasto;
- Apparecchiatura per la misura per la misura della resistenza di terra con metodo volt-amperometrico e relativa attrezzatura;
- Apparecchiatura per la misura delle tensioni di contatto e di passo;
- Apparecchio per il controllo della funzionalità degli interruttori differenziali;
- Amperometro a pinza ad alta sensibilità per la misura delle correnti di primo guasto e della ripartizione dei carichi sulle fasi;
- Multimetri analogici o digitali;
- Calibro;
- Dito e filo di prova;
- Luxmetro in classe di precisione "A".

Gli strumenti dovranno essere corredati di regolare Certificato di Taratura eseguito presso un Istituto legalmente riconosciuto, non oltre i due anni antecedenti la data d'effettuazione delle prove. La classe di precisione delle singole apparecchiature non dovrà essere inferiore a quanto prescritto dalle norme vigenti.

La Direzione dei lavori potrà, in qualsiasi momento, procedere a verifiche sugli impianti, sia in corso d'opera che dopo l'ultimazione dei lavori atte, tra l'altro, a:

- accertare la conformità degli impianti e dei lavori al progetto approvato;
- lo stato di isolamento dei conduttori;
- l'efficienza delle protezioni;
- l'efficienza delle prese di terra;
- quanto altro previsto dalle normative vigenti o ritenuto necessario dalla Direzione dei Lavori.

Si dovrà infine predisporre il registro delle verifiche periodiche mensili, semestrali ed annuali secondo dovrà essere consegnato all'Amministrazione con riportati tutti i dati della prima verifica.

Articolo 3.3.5 Collaudo impianti

Il collaudo definitivo dell'impianto dovrà accertare:

- che gli impianti ed i lavori siano conformi al progetto approvato;
- che siano verificate negli ambienti le condizioni climatiche e d'illuminamento di progetto;
- la sfilabilità dei conduttori;
- lo stato di isolamento dei conduttori;
- l'efficienza delle protezioni;
- l'efficienza delle prese di terra;
- la resistenza all'isolamento;
- la corretta esecuzione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto;
- quanto altro previsto dalle normative vigenti o ritenuto necessario dal Collaudatore, compresa la ripetizione di una o più delle verifiche previste al punto precedente.

L'Affidatario avrà l'onere durante tutte le verifiche ed i collaudi di fornire l'energia necessaria, i combustibili, le maestranze, gli strumenti di misura, gli eventuali ripristini e quanto altro sia ritenuto necessario da parte della Direzione dei Lavori e/o del Collaudatore.

L'Affidatario dovrà, prima della stesura del certificato di collaudo, rilasciare la dichiarazione di conformità degli impianti, come stabilito all'art. 7 del D.M. 22/01/2008 n. 37, comprendente una relazione contenente tra l'altro la tipologia dei materiali impiegati; detta relazione sarà inoltre parte integrante del progetto As Built, con tutti gli elaborati di cui al punto di cui ai paragrafi "documentazione finale"

Articolo 3.3.6 Garanzia degli impianti, manutenzione e conduzione

L'Amministrazione Appaltante si riserva la facoltà, ultimati tutti i lavori, di imporre alla Ditta la messa in funzione degli impianti, rimanendo però essa Ditta unica responsabile e con la totale conduzione e manutenzione ordinaria e straordinaria in completo carico della Ditta stessa, fino a quando non avrà ottemperato a quanto previsto ai paragrafi "d ed e" precedenti. Restano esclusi, dagli oneri della Ditta, in tale periodo, i soli costi di energia elettrica.

Dovrà inoltre formare, anche per il tramite di tecnici delle case costruttrici degli apparecchi installati, il personale dell'Amministrazione addetto alla conduzione, all'impiego, al funzionamento e alla gestione dell'impianto, istruendolo circa le modalità di funzionamento, di conduzione e di manutenzione.

L'Affidatario avrà l'onere e l'obbligo di garantire gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia ancora per il regolare funzionamento fino a due anni dall'approvazione amministrativa e tecnica del certificato di collaudo dell'intera opera.

Pertanto, fino alla scadenza di tale periodo, l'Affidatario dovrà riparare, tempestivamente ed a proprie spese, tutti i guasti e le imperfezioni dovessero verificarsi negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio o di funzionamento, esclusa solamente la riparazione dei danni attribuibili all'ordinario esercizio.

Viene comunque stabilito che l'Affidatario, prima della rata di saldo, rilasci polizza fideiussoria pari al 10% dell'importo dell'impianto stesso. Detta polizza sarà svincolata al termine del periodo di garanzia sopra detta.

Articolo 3.3.7 Regola d'arte

Gli impianti oltre che essere realizzati rispettando le norme di cui al disciplinare ed al C.S.A., devono essere eseguiti a regola d'arte, intendendosi indicare, con detto termine, tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori.

Gli impianti saranno eseguiti secondo il progetto esecutivo degli impianti e con le eventuali varianti che dovessero essere successivamente concordate; la Ditta Appaltatrice risponderà dell'esecuzione a norma, come previsto dalla Legge n. 37 del 2008, dell'impianto stesso e della conformità alle prescrizioni del presente capitolato, nonché dell'adozione di tutti gli accorgimenti di buona tecnica (qui intesa come regola d'arte), quali ad esempio, l'utilizzo di capicorda, la marcatura delle linee, il corretto cablaggio dei quadri elettrici, l'altezza di installazione delle prese e dei comandi, l'accessibilità degli apparecchi per la manutenzione, ecc.

Qualora la Ditta avesse eseguito opere in difformità, senza la preventiva approvazione, è in facoltà della Direzione dei Lavori ordinarne la demolizione e il rifacimento secondo progetto, senza che la ditta per questo abbia diritto ad alcun compenso.

Paragrafo 3.3.1 Quadri elettrici in media tensione

Articolo 3.3.1.1 Caratteristiche elettriche e meccaniche dei quadri di MT e di tutti i componenti

Le caratteristiche elettriche dei quadri e dei componenti in media tensione dovranno essere:

• tensione nominale	24 KV
• tensione di esercizio	20 KV
• sistema trifase con neutro compensato	
• tensione di isolamento nominale	24 KV
• frequenza nominale	50 Hz
• tensione di prova per 1 minuto a 50-60 Hz	50 KV

• tensione di tenuta a impulso onda intera 1,2/50	125 KV
• potenza di c.c. simmetrico alla tensione nominale	500 MVA
• temperatura dell'aria media	35 °C con variazione comprese tra -10 °C e + 40 °C
• portata delle sbarre	≥ 630 A
• portata scomparti	≥ 630 A
• corrente termica nominale degli interruttori	≥ 630 A
• corrente termica nominale degli interruttori di manovra	≥ 630 A
• corrente termica nominale dei sezionatori	≥ 630 A
• corrente ammissibile nominale di breve durata (1 s):	12,5 kA
• corrente di cresta	31,5 kA
• comandi, protezioni, segnalazione guasti, ecc.	220/400 V c.a.
• alimentazione motori ricarica molle interruttori	220 V c.a.
• segnalazioni di posizione locali	220 V c.a.
• circuiti ausiliari (lampade illuminazione, resistenza anticondensa, prese, ecc.)	400/220 V50 Hz.

Il quadri in media tensione dovranno avere una struttura in lamiera di acciaio, spessore minimo 25/10 di mm, pressopiegata, saldata e imbullonata atta a sopportare le sollecitazioni di cortocircuito, ed accuratamente verniciata al forno con vernici epossidiche previo fosfosgrassatura, passivazione, e trattamento con antiruggine. Lo spessore medio della finitura non dovrà essere inferiore a 50 mm, le superfici verniciate devono superare la prova di aderenza secondo le norme ISO 2409.

La bulloneria, i leveraggi e gli accessori di materiale ferroso devono essere protetti mediante zincatura elettrolitica.

I quadri dovranno essere formati da unità affiancabili ognuna costituita da celle componibili e standardizzate.

I quadri realizzati in esecuzione protetta dovranno essere adatti per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI

Gli accoppiamenti meccanici tra le unità dovranno essere realizzati a mezzo bulloni, mentre sulla base della struttura portante dovranno essere previsti i fori per il fissaggio al pavimento, di ogni unità.

L'involucro metallico di ogni unità dovrà comprendere due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali, un pannello superiore di chiusura della cella sbarre smontabile dall'esterno fissato con viti, un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature, due ganci di dimensioni adeguate per il sollevamento di ciascuna unità.

Le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità saranno fisse, pertanto dovranno essere imbullonate, smontabili solo dall'interno.

Il pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature dovrà essere interbloccato con le apparecchiature interne come previsto nella descrizione delle varie unità, ed avrà due oblò di ispezione della cella.

Il grado di protezione dell'involucro esterno dovrà essere IP2XC; tra le celle che compongono l'unità e le celle di unità adiacenti dovrà essere IP20 in accordo alla normativa CEI 70-1 EN 60529.

Le unità dovranno essere realizzate in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti sui entrambi i lati del quadro, pertanto dovranno essere previste delle chiusure laterali di testa, con pannelli in lamiera smontabili dall'interno mediante l'utilizzo di appositi attrezzi.

Nella parte superiore dei pannelli dovrà essere ubicata una cella segregata contenente le sbarre principali in rame piatto o tondo rivestito con materiali termostringenti; le connessioni con le varie apparecchiature saranno in piatto di rame.

L'impianto principale di terra di ogni cella sarà costituito da una sbarra in rame di sezione non inferiore a 120 mm²; ad essa verranno collegati con conduttori o sbarre di rame i morsetti di terra delle varie apparecchiature, i dispositivi di manovra ed i supporti terminali dei cavi. La sbarra dovrà essere predisposta al collegamento all'impianto di terra della cabina.

Sul fronte di ciascuna unità dovranno essere presenti i seguenti cartelli e targhe:

- targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale, corrente di breve durata nominale e il numero di matricola;
- schema sinottico;
- indicazioni del senso delle manovre;
- targa monitoria.

La cavetteria e circuiti ausiliari dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, del tipo H07Z1-K type2 di sezione adeguata; tutti i circuiti ausiliari attraversanti le zone di media tensione dovranno essere protetti con canaline metalliche o tubi flessibili con anima metallica; i conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature e delle morsettiere, dovranno essere opportunamente contrassegnati come da schema funzionale; ciascuna parte terminale dei conduttori dovrà essere provvista di adatti terminali opportunamente isolati; tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi all'apparecchiatura contenuta nell'unità dovranno essere attestati a morsettiere componibili numerate; il supporto isolante dei morsetti dovrà essere in materiale autoestinguente non igroscopico.

Gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali, nelle unità giro sbarre e di derivazione dovranno essere in materiale organico per tensione nominale fino a 24 KV.

Articolo 3.3.1.2 Quadro MT in Cabina C1

Il quadro di media tensione da installare all'interno della cabina MT "C2" dovrà essere attrezzato con realizzato con unità modulari di del tipo ampliabile ed affiancabili standard con protezione arco interno sul fronte e sui lati IAC AFL 12,5kA 1s, realizzato secondo gli schemi di progetto ed aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

n°1 scomparto di arrivo/risalita caratterizzato da:

- Sistema di sbarre in cella;
- Interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra;
- Comando Cit;
- Blocco a chiave;
- Indicatori di presenza tensione;
- Resistenza anticondensa;
- Piastre per ammarro cavi unipolari con isolatori;
- Vano aggiuntivo Bt;
- Porta, blocco porta e blocco a chiave sul sezionatore;
- Unità adatta a ricevere cavi Mt isolati in gomma con sezioni fino a 300 mm² con corrente nominale fino a 630 A con allacciamento dal fronte.

n°1 scomparto misure fase-terra caratterizzato da:

- Verniciatura standard colore RAL 9003 goffrato (solo fronte);
- TV f/m VRQ2/S2 Ue20kV Rapp 20000:r3/100:r3/100:3 - 15VA cl05/50VA cl05-3P;
- Resistenza antiferrisonanza cablata;
- Com man a manovra dipendente tipo CS1;
- Cont aux su SEZ per unità CM e CM2 (2NA+1NC);
- Contatto aux segnalazione fusibile intervenuto (1NA);
- Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di chiuso;
- Fusibile tipo FUSARC-CF Vn =24 KV In=6,3 A;

- Cella bassa tens da 375x450mm;
- Res anticondensa 50W 220V 50Hz regolata da termostato e protetta da interruttore;
- Interruttore automatico protezione circuiti aux;
- Interruttore automatico protezione secondari TV.

n°2 scomparto di partenza/protezione trasformatori:

- Interruttore in gas SF6 con comando manuale completo di sganciatori e bobina di minima tensione conforme alla CEI 0-16;
- Vano aggiuntivo Bt h=450 mm;
- Sezionatore e sezionatore di messa a terra a monte dell'interruttore;
- Comando motorizzato;
- Sistema di sbarre in cella;
- Indicatori di presenza tensione;
- Blocco a chiave sul sezionatore in posizione di chiuso;
- Blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra in posizione di chiuso;
- Blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto;
- Contatti ausiliari sull'interruttore;
- N° 3 trasformatori di corrente;
- N° 3 trasformatori di tensione;
- Eventuale sistema di sbarre di risalita per uso come modulo principale;
- Dimensione nette di circa 750x1.020xh2.050 mm;
- Comando Manuale. Protezione a microprocessore con DG, con protezioni 50,51, 67N con bobina di minima tensione o con Data Logger, conforme alla Norma CEI 0-16;

Unità adatta a ricevere cavi Mt isolati in gomma con sezioni fino a 300 mm² con corrente nominale fino a 630 A con allacciamento dal fronte; Il quadro di media tensione da installare all'interno della cabina MT "C2" dovrà essere attrezzato con realizzato con unità modulari di del tipo ampliabile ed affiancabili standard con protezione arco interno sul fronte e sui lati IAC AFL 12,5kA 1s, realizzato secondo gli schemi di progetto ed aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

n°1 scomparto di arrivo/risalita caratterizzato da:

- Sistema di sbarre in cella;
- Interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra;
- Comando Cit;
- Blocco a chiave;
- Indicatori di presenza tensione;
- Resistenza anticondensa;
- Piastre per ammarro cavi unipolari con isolatori;
- Vano aggiuntivo Bt;
- Porta, blocco porta e blocco a chiave sul sezionatore;
- Unità adatta a ricevere cavi Mt isolati in gomma con sezioni fino a 300 mm² con corrente nominale fino a 630 A con allacciamento dal fronte.

n°1 scomparto misure fase-terra caratterizzato da:

- Verniciatura standard colore RAL 9003 goffrato (solo fronte);
- TV f/m VRQ2/S2 Ue20kV Rapp 20000:r3/100:r3/100:3 - 15VA cl05/50VA cl05-3P;
- Resistenza antiferrisonanza cablata;
- Com man a manovra dipendente tipo CS1;
- Cont aux su SEZ per unita' CM e CM2 (2NA+1NC);
- Contatto aux segnalazione fusibile intervenuto (1NA);

- Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di chiuso;
- Fusibile tipo FUSARC-CF $V_n = 24 \text{ KV}$ $I_n = 6,3 \text{ A}$;
- Cella bassa tens da 375x450mm;
- Res anticondensa 50W 220V 50Hz regolata da termostato e protetta da interruttore;
- Interruttore automatico protezione circuiti aux;
- Interruttore automatico protezione secondari TV.

n°2 scomparto di partenza/protezione trasformatori:

- Interruttore in gas SF6 con comando manuale completo di sganciatori e bobina di minima tensione conforme alla CEI 0-16;
- Vano aggiuntivo Bt $h=450 \text{ mm}$;
- Sezionatore e sezionatore di messa a terra a monte dell'interruttore;
- Comando motorizzato;
- Sistema di sbarre in cella;
- Indicatori di presenza tensione;
- Blocco a chiave sul sezionatore in posizione di chiuso;
- Blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra in posizione di chiuso;
- Blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto;
- Contatti ausiliari sull'interruttore;
- N° 3 trasformatori di corrente;
- N° 3 trasformatori di tensione;
- Eventuale sistema di sbarre di risalita per uso come modulo principale;
- Dimensione nette di circa 750x1.020xh2.050 mm;
- Comando Manuale. Protezione a microprocessore con DG, con protezioni 50,51, 67N con bobina di minima tensione o con Data Logger, conforme alla Norma CEI 0-16;

Unità adatta a ricevere cavi Mt isolati in gomma con sezioni fino a 300 mm² con corrente nominale fino a 630 A con allacciamento dal fronte;

Articolo 3.3.1.3 Quadro MT in Cabina C2

Il quadro di media tensione da installare all'interno della cabina MT "C3" dovrà essere attrezzato con realizzato con unità modulari di del tipo ampliabile ed affiancabili standard con protezione arco interno sul fronte e sui lati IAC AFL 12,5kA 1s, realizzato secondo gli schemi di progetto ed aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

n°1 scomparto di arrivo/risalita caratterizzato da:

- Sistema di sbarre in cella;
- Interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra;
- Comando Cit;
- Blocco a chiave;
- Indicatori di presenza tensione;
- Resistenza anticondensa;
- Piastre per ammarro cavi unipolari con isolatori;
- Vano aggiuntivo Bt;
- Porta, blocco porta e blocco a chiave sul sezionatore;
- Unità adatta a ricevere cavi Mt isolati in gomma con sezioni fino a 300 mm² con corrente nominale fino a 630 A con allacciamento dal fronte.
 - Resistenza antiferrisonanza cablata;
 - Com man a manovra dipendente tipo CS1;

- Cont aux su SEZ per unita' CM e CM2 (2NA+1NC);
- Contatto aux segnalazione fusibile intervenuto (1NA);
- Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di chiuso;

n°1 scomparto protezione trasformatori:

- Interruttore in aria a secco con comando manuale completo di sganciatori e bobina di minima tensione conforme alla CEI 0-16;
- Vano aggiuntivo Bt h=450 mm;
- Sezionatore e sezionatore di messa a terra a monte dell'interruttore;
- Comando motorizzato;
- Sistema di sbarre in cella;
- Indicatori di presenza tensione;
- Blocco a chiave sul sezionatore in posizione di chiuso;
- Blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra in posizione di chiuso;
- Blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto;
- Contatti ausiliari sull'interruttore;
- N° 3 trasformatori di corrente;
- N° 3 trasformatori di tensione;
- Eventuale sistema di sbarre di risalita per uso come modulo principale;
- Dimensione nette di circa 750x1.020xh2.050 mm;
- Comando Manuale. Protezione a microprocessore con DG, con protezioni 50,51, 67N con bobina di minima tensione o con Data Logger, conforme alla Norma CEI 0-16;

Unità adatta a ricevere cavi Mt isolati in gomma con sezioni fino a 300 mm² con corrente nominale fino a 630 A con allacciamento dal fronte.

Articolo 3.3.1.4 Completamenti

Sono compresi tutti i cavi FG16M16 e le terminazione per il collegamento al quadro di parallelo degli interblocchi, stato ed allarmi.

Sono comprese le opere murarie di qualsiasi genere, ed ogni altro onere e magistero. Compresi, infine, certificati di conformità secondo ISO 29001 - ISO 9001 e a richiesta le certificazioni CESI, certificato di collaudo, prove ad impulso ad onda piena e la prova di riscaldamento, collaudo in opera se richiesto dalla D.L., messa in servizio, manuali d'istruzione, uso e manutenzione (come meglio esplicitato in seguito).

Articolo 3.3.1.5 Individuazione dei conduttori

Dovrà essere impiegato il sistema della "individuazione del conduttore dipendente dal "morsetto vicino" definito dalle Norme IEC 391 (CEI 16-1) al paragrafo 3.4.1.A.1. esemplificato al paragrafo 5.1.2. Questo sistema prevede che il simbolo posto all'estremità di un conduttore sia uguale a quello del componente e del morsetto a cui quella estremità è connessa.

Articolo 3.3.1.6 Individuazione dei componenti elettrici

Ogni componente elettrico è identificato da una targhetta adesiva sulla quale è scritto, in modo indelebile, il nome elettrico del componente stesso.

Articolo 3.3.1.7 Interblocchi

Ogni scomparto è predisposto con interblocchi che garantiscono la sicurezza della manovre con la

sequenza e l'ordine di seguito indicati in base allo scomparto utilizzato.

Articolo 3.3.1.8 Unità con interruttore automatico:

Procedura di messa fuori servizio

- apertura dell'interruttore (recupero della chiave, inanellata con quella del blocco del sezionatore di isolamento)
- sblocco del sezionatore di isolamento e relativa apertura
- chiusura del sezionatore di messa a terra
- sblocco e apertura della porta della cella linea.

Procedura di messa in servizio

- chiusura della porta della cella linea
- apertura del sezionatore di messa a terra
- chiusura del sezionatore di isolamento (recupero della chiave, inanellata con quella del blocco dell'interruttore)
- sblocco e chiusura dell'interruttore

Articolo 3.3.1.9 Unità con sezionatore rotativo

Procedura di messa fuori servizio

- apertura dell'interruttore di manovra-sezionatore o del sezionatore
- chiusura del sezionatore di messa a terra
 - sblocco e apertura della porta della cella linea

Procedura di messa in servizio

- chiusura della porta della cella linea
- apertura del sezionatore di messa a terra
- chiusura dell'interruttore di manovra- sezionatore o del sezionatore

N.B. ad interruttore asportato un blocco a chiave impedisce la manovra del sezionatore di terra. Il sezionatore di terra rimane chiuso quindi è impedita anche la chiusura del sezionatore di linea.

Articolo 3.3.1.10 Prove di accettazione

Le prove di accettazione comprendono in particolare:

- prova di tensione a frequenza industriale
- prova di tensione sui circuiti ausiliari
- prove di funzionamento meccanico
- prova dei dispositivi ausiliari

controllo cablaggio con particolare riquadro al funzionamento del comando dell'interruttore, delle segnalazioni, delle protezioni e degli interblocchi elettrici.

Documentazione tecnica

- n° 2 copie per approvazione di:
 - fronte quadro
 - fondazioni
 - schema unificare
 - schema funzionale
 - elenco apparecchiatura

- n° 2 copie disegni definitivi più 1 copia riproducibile dei documenti di cui al punto a).
- n° 1 copia del libretto d'uso e manutenzione del quadro e degli interruttori
- piano controllo qualità a richiesta

Paragrafo 3.3.2 Trasformatori MT/BT

Articolo 3.3.2.1 Leggi e Norme di riferimento

I trasformatori trifase per le cabine "C1" e "C2" dovranno essere conformi al Regolamento Europeo 548/2014 ed essere in tutto rispondenti alle seguenti normative:

- CEI 14-32;
- IEC 726;
- CENELEC HD 464 S1/A2;
- CENELEC HD 464 S1/A3.

Articolo 3.3.2.2 Compatibilità Elettromagnetica

I trasformatori dovranno essere marcati "CE" in accordo alla direttiva CE n. 89/336 ed al DL. n. 476 del 04/12/1992.

Il costruttore dovrà dichiarare di avere eseguito presso laboratori ufficiali le relative prove.

Articolo 3.3.2.3 Condizioni ambientali

I trasformatori devono essere installati all'interno; le temperature minime e massime ammissibili devono essere:

- per trasporto e stoccaggio: - 25/+40°C
- per l'esercizio: - 5/+40°C

Articolo 3.3.2.4 Condizioni Ambientali, Climatiche e di Comportamento al fuoco

Le Norme di riferimento classificano i trasformatori a secco in relazione alle condizioni ambientali, climatiche e di comportamento a fuoco come descritto nella tabella sotto riportata.

Tabella CLAS_TR

CLASSE AMBIENTALE	E0	Sul trasformatore non si manifesta condensa e l'inquinamento è trascurabile. Questa condizione avviene nelle installazioni all'interno in ambiente pulito e asciutto.
	E1	Condensa occasionale può manifestarsi sul trasformatore (per es. quando il trasformatore non è alimentato). È possibile la presenza di un modesto inquinamento.
	E2	Il trasformatore è soggetto a consistente condensa o ad intenso inquinamento o ad una combinazione di entrambi i fenomeni.
CLASSE CLIMATICA	C1	Il trasformatore è atto a funzionare a temperature non inferiori a - 5°C, ma può essere esposto durante il trasporto ed il magazzinaggio a temperature ambiente sino a - 25°C.
	C2	Il trasformatore è atto a funzionare, essere trasportato ed immagazzinato a temperature ambiente sino a -25°C.
CLASSE DI	F0	Non è previsto un particolare rischio d'incendio. Non sono prese particolari misure per limitare l'inflammabilità, a parte le caratteristiche

COMPORTAMENTO AL FUOCO		intrinseche al progetto del trasformatore.
	F1	Trasformatori soggetti a rischio d'incendio. È richiesta l'inflammabilità ridotta. Entro un tempo determinato, da concordarsi se non specificato da Norma CEI, tra costruttore e acquirente, il fuoco deve auto-estinguersi, è ammessa una debole fiamma con consumo energetico di sostanze tossiche e di fumi opachi. I materiali impiegati devono fornire solo un limitato contributo d'energia termica ad un incendio esterno.
	F2	Per mezzo di dispositivi particolari, il trasformatore deve essere atto a funzionare, per un tempo definito quando investito da incendio esterno. Devono essere rispettate anche le prescrizioni relative alla classe F1.-

In funzione delle definizioni indicate nella tabella CLAS_TR e delle caratteristiche del luogo d'installazione, i trasformatori dovranno appartenere alle seguenti classi:

- **classe ambientale: E**
- **classe climatica: C**
- **classe di comportamento al fuoco: F**

L'Affidatario dovrà dichiarare, conformemente a quanto specificato dalle vigenti Norme CEI e dai documenti CENELEC, l'appartenenza dei trasformatori offerti alle succitate classi; le stesse dovranno poi essere anche stampigliate sulla targa delle macchine.

La Ditta appaltatrice dovrà inoltre dimostrare, di avere superato presso un laboratorio ufficiale tutte le prove prescritte dalla Norme per la classe C1.

Per quanto riguarda la classe FO la Ditta appaltatrice dovrà dimostrare infine che in caso d'incendio di supporto, i gas emessi dal sistema epossidico utilizzato rientrano, in ogni modo, nei limiti stabiliti dalle Norme menzionate al precedente paragrafo 1.2 per la classe F1.

Articolo 3.3.2.5 Prescrizioni costruttive

I trasformatori dovranno essere costruiti a regola d'arte con l'impiego di materiali della migliore qualità in accordo con quanto stabilito dalla Norme di costruzione, dai regolamenti di sicurezza e dalla presente

Articolo 3.3.2.6 Isolamento e raffreddamento

I trasformatori devono essere del tipo ad isolamento in resina e raffreddamento naturale in aria.

La resina isolante deve essere del tipo epossidico; il processo di polimerizzazione dovrà avvenire sotto vuoto ad alta temperatura per permettere l'eliminazione dei gas eventualmente presenti nella resina ancora fluida.

La resina impiegata dovrà assicurare le seguenti proprietà principali:

- tenuta alle sollecitazioni ad impulso;
- tenuta alle sollecitazioni di corto circuito;
- contenuto minimo di scariche elettriche parziali (valore rilevato riferito all'intera struttura $\leq 20\text{pC}$);
- completa assenza d'igroscopicità ;
- auto-estinguenza al cessare della causa d'incendio;
- coefficiente di dilatazione termica il più possibile vicino al coefficiente di dilatazione termica dei conduttori impiegati.

Deve essere assicurato tramite impianto d'estrazione aria ed eventuale raffrescamento della stessa, che la temperatura in cabina non sia superiore ai 35°C.

Articolo 3.3.2.7 Nucleo e Avvolgimenti

Nucleo: il nucleo magnetico dovrà essere costruito con lamierini a cristalli orientati a basse perdite specifiche isolati sulle due facce ed assiemati in modo da formare colonne pressoché circolari.

Nelle giunzioni tra colonne e gioghi i lamierini devono essere tagliati con sistema "step-lap" per ridurre al minimo le perdite.

Il nucleo deve essere trattato con vernici non igroscopiche e contro la corrosione.

Avvolgimento Primario: l'avvolgimento di media tensione sarà avvolto in bobine del tipo a gallette realizzato con filo di rame isolato in nastro di vetro.

La classe d'isolamento dei materiali dielettrici utilizzati deve essere " F ".

Avvolgimento Secondario: l'avvolgimento deve essere realizzato in due strati con piatto di rame elettrolitico o alluminio a scelta della D.L., isolato in nastro di vetro; si dovranno contenere al minimo gli sforzi assiali e radiali derivanti da sollecitazioni di corto circuito.

La classe d'isolamento dei materiali dielettrici utilizzati deve essere "F".

Articolo 3.3.2.8 Terminali

Terminali lato primario: i terminali lato primario devono essere previsti su isolatori e costituiti da piastrine forate per permettere un facile serraggio dei terminali dei cavi.

Terminali lato secondario: i terminali lato secondario devono essere riportati nella parte superiore dei trasformatori ammarati su isolatori e sul lato opposto rispetto ai terminali MT.

Articolo 3.3.2.9 Accessori

I trasformatori devono essere equipaggiati con i seguenti accessori:

- Isolatori portanti per collegamenti AT;
- Piastre d'attacco per collegamenti BT;
- Morsettiera ad azionamento manuale manovrabile a macchina disinserita per la regolazione del rapporto di trasformazione;
- Golfari per il sollevamento;
- Carrello con n. 4 ruote orientabili, i bloccaggi dei rulli ai profilati di scorrimento saranno amovibili e ottenuti con perni e copiglie o con bulloni;
- Attacchi per il traino;
- Morsetti di terra;
- Targa caratteristica a Norme CEI;
- n. 3 termosonde PT 100 Ohm cablate a morsettiera dentro cassetta; ogni sensore termometrico sarà collegato mediante cavo schermato e conduttori twistati, nonché essere separati da quelli di alta tensione o corrente; nel caso di rottura di una delle sonde installate sulla macchina, dovrà corrispondere un segnale di "guasto" sulla centralina attivando il lampeggio del led corrispondente. Centralina per il controllo e la visualizzazione delle temperature a due livelli d'intervento (tensione d'alimentazione AC e DC universale).

Articolo 3.3.2.10 Prove di collaudo

I trasformatori dovranno superare con esito positivo sia le prove d'accettazione sia le prove di tipo eventualmente richieste.

La D.L.: si riserva il diritto di presenziare le prove con proprio personale o con suoi rappresentanti.

La Ditta appaltatrice dovrà avvisare la D.L. con sufficiente anticipo circa la data d'inizio dei collaudi.

In ogni caso devono essere allegati alla documentazione finale i certificati di collaudo relativi alle prove effettuate.

Le prove dovranno essere eseguite in completo accordo con le Norme CEI vigenti.

La fornitura comprende l'esecuzione delle Prove d'Accettazione, comprensive della misura delle scariche parziali, secondo Norme CEI 14-32.

Articolo 3.3.2.11 Controlli di fabbricazione su Avvolgimenti Inglobati

La Ditta appaltatrice dovrà rilasciare il certificato comprovante l'avvenuta misura delle temperature di transizione vetrosa, mediante calorimetro differenziale, della resina utilizzata per l'inglobamento di ciascun avvolgimento MT. Tale esame ha lo scopo di:

- valutare il corretto rapporto di miscelazione tra i vari componenti il sistema epossidico;
 - verificare la correttezza del procedimento di polimerizzazione;
- determinare la resistenza alle fessurazioni di ciascun Avvolgimento MT.

Articolo 3.3.2.12 Prove

La Direzione dei Lavori si riserva la possibilità di eseguire le seguenti prove che saranno quotate separatamente a carico dell'impresa appaltatrice:

- Prova ad impulso ad onda piena secondo Norme CEI;
- Prova di riscaldamento eseguita in conformità a quanto prescritto dalle vigenti Norme CEI 14-32.
- Verifica della rumorosità

Articolo 3.3.2.13 Caratteristiche per i trasformatori in cabina

- potenza nominale 1600 kVA (Cabina C1-C2)
- tensione di c.c. 6 %
- tensione primario 20 kV
- tensione secondario $400 \pm 2 \times 2,5$ V
- rendimento al 100% di carico a $\cos \phi$ 0,8 superiore al 98,6%
- sovraccaricabilità minima a temperatura ambiente di 40° del 20% per almeno due ore

Articolo 3.3.2.14 Linee d'alimentazione in cavo in media tensione

Cavo rigido conforme alla norma CEI 20-13, con certificazione IMQ.

- temperatura massima di esercizio: +90°C
- temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- temperatura massima di corto circuito: 250°C
- temperatura minima di posa: 0°C
- non propagazione alla fiamma;
- non propagazione dell'incendio e ridotta emissione di sostanze corrosive;
- ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici ed assenza di gas corrosivi.

Le caratteristiche costruttive sono le seguenti:

- anima: conduttore in corda rotonda compatta di rame stagnato;
- semiconduttivo interno: elastomerico estruso;
- isolante: mescola di gomma ad alto modulo G7;
- semiconduttivo esterno: elastomerico estruso pelabile a freddo;
- schermatura: a filo di rame rosso;
- guaina: PVC, di qualità RZ, colore rosso.
- tipo RG26H1M16X, sezione minima 1 x 50 mm².

Sono comprese le fascette di ancoraggio le marcature esterne al cavo riportanti il tipo la formazione del cavo stesso e le indicazioni di origine e destinazione

Articolo 3.3.2.15 Messa in opera dei trasformatori

Ogni cura dovrà essere usata, durante l'installazione, per evitare che vengano danneggiati sia i trasformatori stessi sia gli eventuali scomparti di contenimento o le porte di accesso al locale o le parti murarie (gradini, spigoli di colonne o pareti, pavimenti, ecc.).

In particolare il pavimento e le eventuali scale dovranno essere protetti facendo scorrere le macchine su tavole di adeguato spessore.

Prima della messa in funzione, ed in ogni caso alla consegna degli impianti, si dovrà provvedere, se necessario, all'adattamento della tensione di alimentazione agendo sulle apposite prese e ad un'accurata pulizia delle macchine ed in particolare dei poli di M.T.

Dovranno essere forniti alla D.L. i seguenti valori:

- corrente a vuoto; perdite a vuoto; perdite in c.c.;
- rendimento a 4/4 di carico e cosφ;
- tensione in c.c.;
- peso della macchina completa;
- dimensioni d'ingombro.

I valori delle perdite (a vuoto in c.c.) e del rendimento non dovranno essere superiori a quelli indicati. La D.L. si riserva la facoltà di rifiutare macchine con rendimenti inferiori a quelli prescritti dal presente capitolato e negli schemi unifilari di progetto.

Paragrafo 3.3.3 Quadri elettrici in bassa tensione

Articolo 3.3.3.1 Caratteristiche elettriche e meccaniche dei quadri di bassa tensione

Le dimensioni indicative, le caratteristiche costruttive essenziali dei quadri generali di edificio o di settore, e così pure lo schema unifilare sono riportati sui disegni di progetto e sulle specifiche dell'elenco prezzi. Tutti i quadri dovranno essere realizzati con segregazione Forma 3 o 4, o combinata, a scelta della Direzione dei Lavori.

I quadri saranno di tipo sporgente, adatti per l'installazione all'interno a pavimento nella posizione indicata sulle piante. Essi saranno rispondenti alle prescrizioni di legge e conformi alle norme CEI EN 61439-1 e CEI EN 61439-2.

Saranno realizzati in uno o più involucri realizzati con struttura componibile modulare costituita da zoccolo, montanti principali, telai chiusi, pannelli laterali aerati per protezione IP 40, non aerati (IP 55), kit per l'installazione degli interruttori previsti in soluzione segregata, segregazioni interne per barre di distribuzione porte e pannelli posteriori, pannelli anteriori sfinestrati, porte frontali con vetro di sicurezza o cieche, vani cavi interni, accessori vari.

La struttura ed i pannelli dovranno essere in lamiera di acciaio zincata di spessore non inferiore a 1,5 mm, accuratamente fosfatata, asciugata a forno, verniciata con applicazione di smalti a base di resine epossidiche polimerizzate al forno.

Per consentire l'ingresso dei cavi, il quadro sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti o di fori pre-tranciati.

I pannelli frontali modulari costituiranno una chiusura a settori del quadro. Saranno ciechi se destinati a chiudere settori non utilizzati del quadro, o settori contenenti morsettiere o altri apparecchi su cui non sia normalmente necessario agire; oppure dotati di finestrate che consentano di affacciare la parte anteriore degli apparecchi fissati sulle guide o sul pannello di fondo.

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 25% di quelli previsti. Le riserve indicate negli schemi sono da intendersi, invece, come interruttori da installare di riserva.

Con tutti i pannelli inseriti, non dovrà essere possibile il contatto con parti in tensione; il fronte del quadro dovrà presentare un grado di protezione non inferiore a IP 40.

Il quadro, ove richiesto in seguito, dovrà essere dotato anteriormente di controportelle in lamiera di acciaio zincato a caldo e verniciata come sopra. Le controportelle saranno del tipo cieco per i pannelli di

risalita cavi, trasparenti, per le rimanenti, in cristallo temperato da almeno 4 mm od in polycarbonato autoestinguente; dovranno comunque essere dotate di guarnizioni in gomma antinvecchiante, di maniglie in materiale isolante e di serrature con chiave.

Le segregazioni interne dovranno essere del tipo forma 3 o 4 a scelta della Direzione dei Lavori e come previsto in seguito e negli elaborati grafici.

Il quadro dovrà essere realizzato in modo da dissipare la potenza termica in base alla sovratemperatura ammissibile ed al tipo di posa.

Tutti i materiali isolanti impiegati nell'esecuzione del quadro saranno di tipo incombustibile o non propagante la fiamma. Tutti gli interruttori (sia quelli posti sulle linee in arrivo che quelli sulle linee in partenza) dovranno essere collegati alle sbarre del quadro.

Le sbarre saranno in rame elettrolitico (secondo tab. C.E.I.-UNEL 01417-72). Le sezioni del sistema principale dovranno garantire una portata non inferiore alla corrente nominale dell'interruttore da cui sono derivate con una sovratemperatura massima di esercizio non superiore a 20 °C rispetto alla temperatura ambiente di 40 °C (secondo le citate tabelle UNEL).

La sbarre di neutro, nei sistemi nei sistemi trifase più neutro, si svilupperanno per tutta la lunghezza delle relative sbarre di fase. Le sbarre di neutro avranno sezione uguale a quelle di fase se le stesse hanno sezione minore o uguale a 200 mm², metà della sezione di fase per quelle superiore. Prescrizioni più restrittive potranno essere dettate dalle correnti di guasto.

Le sbarre saranno ancorate alla carpenteria tramite supporti in materiale isolante di tipo non igroscopico e non combustibile. I supporti dovranno essere realizzati in modo tale da evitare qualsiasi scarica superficiale in caso dovuta a deposito di polveri o condensa. Nel dimensionamento dei supporti e dei sistemi di ammaraggio si terrà conto delle dilatazioni termiche e delle vibrazioni.

In particolare le distanze in mm tra le barre e la sezione delle stesse non dovrà essere mai inferiore a quanto riportato in seguito:

Portata	Sezione	N° barre per fase	Distanza [mm] fra le barre in funzione della Icw massima				
			25 kA	35 kA	50 kA	75 kA	100 kA
[A]	[mm²]	per fase					
≤400	32x5	1	290	-	-	-	-
630	50x5	1	360	260	-	-	-
800	63x5	1	420	290	190	-	-
1.250	100x5	1	500	370	250	-	-
1.600	100x10	1	1.000	1.000	600	380	200
2.500	100x10	2	1.000	1.000	900	400	210
3.200	100x10	3	1.000	1.000	800	400	210

Il collegamento tra le sbarre dovrà essere realizzato a mezzo di bulloni provvisti di sistemi contro gli allentamenti; in generale si dovranno prevedere due o più bulloni per ogni giunzione; per le sbarre di sezione inferiore a 40 mm² si potrà utilizzare un solo bullone.

Il collegamento degli interruttori alle barre dovrà avvenire tramite barre flessibili preisolate, fissate con piastre e viti.

La distanza tra le barre, la portata, il sistema di montaggio dovrà essere in ogni caso aderente a quanto prescritto dalla casa costruttrice della carpenteria.

Di seguito saranno riportati il numero, il tipo e le caratteristiche necessarie per definire gli interruttori previsti. Essi dovranno interrompere tutti i conduttori (fasi e neutro) della linea su cui sono inseriti, e per quanto riguarda la protezione del neutro dovranno essere conformi alle norme CEI 64-8 e dotati di protezione termica, magnetica ed ove previsto differenziale.

Sugli schemi è pure riportato il potere di interruzione (I_{cn}) minimo richiesto per gli interruttori; esso deve intendersi alla tensione di 400V e non dovrà comunque essere inferiore alle massime correnti di cortocircuito previste nel punto di installazione del quadro.

In tutto l'impianto dovrà essere realizzata una protezione selettiva che limiti l'intervento agli interruttori più prossimi al punto di guasto o di sovraccarico; eventuali deroghe, protezione in back-up, sono riportate sugli elaborati di progetto.

Le leve di comando degli interruttori dovranno essere ad una altezza non inferiore a 0,6 metri.

Nella parte alta del quadro saranno montati, se indicati, gli strumenti di misura. La loro altezza di installazione, sempre riferita all'asse dello strumento ed al piano di calpestio non dovrà essere superiore a 2 metri.

I pannelli di supporto degli strumenti dovranno essere apribili a cerniera (lateralmente).

Gli strumenti indicatori, salvo diversa prescrizione, saranno di tipo elettronico di Classe 0.5S (energia attiva conforme a IEC 62053-22), Classe 1 (energia attiva conforme a IEC 62053-21), Classe 2 (energia reattiva conforme a IEC 62053-23) e Classe C (energia attiva conforme a CEI EN 50470-3).

Il collegamento degli strumenti dovrà avvenire attestando i conduttori su morsettiere che consentano di sezionare i circuiti voltmetrici e cortocircuitare quelli amperometrici.

Il quadro dovrà essere completo di tutti gli apparecchi previsti in elenco prezzi, nonché di ogni altro accessorio, anche se non espressamente indicato, ma necessario al suo perfetto funzionamento.

L'esecuzione dovrà essere conforme alle prescrizioni seguenti:

- I cablaggi degli ausiliari dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili isolati in PVC (cavo H07Z1-K type2) aventi sezioni non inferiori a 1,5 mm², dotati di capicorda a compressione isolati, e di collari di identificazione. Essi dovranno essere disposti in maniera ordinata e, per quanto possibile, simmetrica, entro canalette in PVC munite di coperchio e ampiamente dimensionate.
- Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o rivetti, interponendo in tutti i casi una rondella. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.
- I conduttori per il collegamento degli eventuali apparecchi montati su pannelli di chiusura frontali, dovranno essere raccolti in fasci, protetti con guaina o spirale in plastica, ed avere lunghezza sufficiente ad evitare sollecitazioni di trazione o strappi a pannello completamente aperto.
- Tutti i conduttori di neutro e di protezione o di terra dovranno essere chiaramente contraddistinti fra loro e dagli altri conduttori usando colorazioni diverse (blu chiaro per il neutro e giallo-verde per i conduttori di terra).
- Tutti i conduttori in partenza dal quadro e di sezione minore o uguale a 25 mm² dovranno essere attestati su morsetti di adeguata sezione di tipo isolato, componibili, montati su guida profilata unificata e numerati o contrassegnati; dette morsettiere dovranno essere poste nella parte bassa del quadro e debbono essere dimensionate con una riserva del 30%;
- I conduttori in partenza dal quadro, di sezione superiore a 25 mm², dovranno essere provvisti di adatto capicorda a compressione o a morsetto e collegati direttamente agli interruttori (o con l'interposizione di barre protette) ed ancorati all'intelaiatura per non sollecitare gli interruttori stessi;

- Tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dal quadro saranno attestati su una sbarra di terra in rame (PE) che coprirà l'intera lunghezza del quadro. La sbarra PE sarà in rame di sezione adatta alla massima corrente di guasto a terra prevista e sempre uguale o maggiore alla massima sezione dei conduttori di protezione in entrata o uscita dal quadro. Sarà installata in modo da rendere agevole l'allacciamento dei conduttori di protezione. In ogni colonna verticale del quadro si dovrà prevedere una sbarra di protezione derivata, ad essa saranno collegate individualmente tutte le parti conduttrici accessibili di ogni scomparto tramite connessioni in rame calcolate in base alla corrente di guasto presunta con sezione minima 16 mm². I conduttori saranno collegati mediante viti con dado, rosette elastiche e capicorda ad occhiello.
- In genere tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra.
- Il collegamento di quelle mobili o asportabili dovrà essere eseguito con cavo flessibile (cavo H07Z1-K type2) di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm², munito alle estremità di capicorda a compressione di tipo ad occhiello.
- I quadri dovranno prevedere, targhette di identificazione, incise su piastrine, per i vari scomparti costituenti le sezioni e in particolare:
 - targhette di tipo inamovibile per la denominazione dei singoli scomparti;
 - targhette facilmente riproducibili e amovibili per la destinazione dei singoli interruttori.

Gli apparecchi contenuti all'interno e montati sul fronte dei pannelli saranno contrassegnati con sigla di identificazione della propria funzione.

Alla consegna degli impianti la Ditta dovrà corredare il quadro con una copia aggiornata degli schemi (posta in apposita tasca interna), sia dei circuiti principali che di quelli ausiliari. Su tale copia dovranno comparire tutte e le stesse indicazioni (sigle, marcature, ecc.) che sono riportate sul quadro.

Per quanto possibile tutte le apparecchiature installate nei quadri dovranno essere prodotte dalla stessa casa costruttrice.

Per ciascun quadro, prima di essere posto in produzione, si dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori il progetto esecutivo costruttivo, completo del dimensionamento delle barre, dei conduttori tutti. Nel posizionare le apparecchiature bisognerà tener conto della necessità che l'operatore possa agire sugli interruttori o altri apparecchi manovrabili in modo agevole. Tutte le parti da manovrare dovranno pertanto essere previsti ad altezza variabile tra 1 ed 1,8 m, le morsettiere dovranno essere previste in vani verticali affiancati ai vari pannelli.

Articolo 3.3.3.2 Prove

Le prove sui quadri di bassa tensione dovranno essere condotte in accordo a quanto prescritto nelle norme CEI EN 61439-1 e CEI EN 61439-2.

Saranno a carico del costruttore originale le prove seguenti:

- Robustezza dei materiali e di parti del quadro;
- Grado di protezione IP del quadro;
- Distanze d'isolamento (in aria e superficiali);
- Protezione contro contatti diretti e indiretti ed integrità dei circuiti di protezione;
- Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti;
- Circuiti elettrici interni e collegamenti;
- Terminali per conduttori esterni;
- Proprietà dielettriche (tensione di tenuta a 50 Hz e tensione di tenuta a impulso);
- Verifica dei limiti di sovratemperatura;
- Tenuta al cortocircuito;
- Compatibilità elettromagnetica (EMC);
- Funzionamento meccanico.

Mentre le verifiche individuali, che comprendono alcuni esami a vista e le prove strumentali (verifica dielettrica e la verifica della continuità del conduttore di protezione), dovranno essere effettuate su tutti i quadri al termine dell'assemblaggio e del cablaggio dei quadri stessi.

Le prove dovranno essere effettuate e certificate dal costruttore. Appena il quadro è ultimato se ne dovrà dare notizia alla Direzione dei Lavori che potrà o meno presenziare alle prove.

Quanto sopra non esonera l'installatore del quadro dall'obbligo di verificare lo stesso dopo il trasporto e l'installazione né di aderire a tutte le verifiche fossero richieste dalla Direzione dei Lavori e/o dal collaudatore, provvedendo a fornire tutti gli strumenti necessari.

Articolo 3.3.3.3 Messa a terra

I quadri saranno dotati di collegamenti messa a terra conforme alle norme CEI.

Le connessioni di tutte le strutture metalliche delle portelle alle sbarre di terra del quadro saranno eseguite con conduttore o treccia di rame dotati di capicorda e bulloni; dalla sbarra di terra sarà prevista, per ciascun scomparto, una derivazione, per l'allacciamento delle eventuali schermature dei cavi e per la messa a terra delle guaine metalliche degli stessi.

La sbarra di terra dei quadri verrà connessa all'impianto di terra del locale cabina ove i quadri saranno installati.

Paragrafo 3.3.4 Cavi elettrici

Articolo 3.3.4.1 Prescrizioni comuni

Tutti i cavi da impiegare nella realizzazione delle linee di distribuzione sia in MT che in BT dovranno essere conformi al nuovo regolamento CPR come prescritto dal Decreto legislativo del 16 giugno 2017 n°106 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE."

Articolo 3.3.4.2 Cavi di media tensione

Le linee di media tensione interrate saranno costituite da cavi MT incorda di rame rigido, isolati in gomma (tipo RG26) di sezione di 50mm², con tensione di isolamento 18/30 kV e dovranno rispondere alle norme CEI 20-13 e 20-16.

La posa dovrà rispettare quanto stabilito dalla norma CEI 11-17; in particolare il raggio minimo di curvatura minimo dovrà essere 12 volte quello del cavo ed il massimo sforzo di tiro nella posa in opera non dovrà superare 60N per mm² di sezione totale del ramo applicato al conduttore se non diversamente specificato dal costruttore.

Il cavo dovrà essere interrato direttamente ad una profondità di -0,80 m nel terreno a contatto con uno strato di sabbia vagliata e con protezione meccanica in cls per come indicato nei disegni di progetto.

Articolo 3.3.4.3 Cavi di bassa tensione

a) isolamento dei cavi:

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U₀/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore;

b) colori distintivi dei cavi:

i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI UNEL 00712, 00722, 00724, 00726, 00727 e CEI EN 50334. In particolare i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, gli stessi dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

c) sezioni minime e cadute di tensione ammesse:

le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) dovranno essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovranno essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI UNEL 35024/1 ÷ 2.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- 0,75 mm² per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3 kW;
- 4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3 kW;

d) sezione minima dei conduttori neutri:

la sezione del conduttore di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. In circuiti polifasi con conduttori di fase aventi sezione superiore a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio, la sezione del conduttore di neutro potrà essere inferiore a quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 524.3 della norma CEI 64-8/5.

e) sezione dei conduttori di terra e protezione:

la sezione dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, se costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dall'art. 543.1.2 della norma CEI 64-8/5.

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Sezione del conduttore di fase dell'impianto S (mm²)	Sezione minima del conduttore di protezione Sp (mm²)
S < 16	Sp = S
16 < S < 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

In alternativa ai criteri sopra indicati sarà consentito il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato nell'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8/5. ovvero mediante l'applicazione della seguente formula:

$$Sp = \sqrt{I \cdot t} \cdot I / K$$

nella quale:

- Sp è la sezione del conduttore di protezione [mm²];
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A];

- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [s];
- K è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e d'altre parti e dalle temperature iniziali e finali. (I valori di K per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E della norma CEI 64-8).

Sezione minima del conduttore di terra

La sezione del conduttore di terra dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione (in accordo all'art. 543.1 CEI 64-8/5) con i minimi di seguito indicati tratti dall'art. 542.3.1 della norma CEI 64-8/5:

Sezione minima (mm²)

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16 (CU) 16 (FE)
- non protetto contro la corrosione	25 (CU) 50 (FE)

Paragrafo 3.3.5 Canalizzazioni

Articolo 3.3.5.1 Cavidotti

Per la distribuzione principale dell'energia, sia in Media Tensione che in Bassa Tensione, si realizzeranno dei cavidotti interrati. I cavi di media tensione saranno posati direttamente a contatto con il terreno mentre i cavi di bassa tensione saranno installati all'interno di tubazione rigida corrugata doppia camera con resistenza allo schiacciamento di almeno 750N del diametro esterno non inferiore a 160mm. Stessa tipologia di tubazione dovrà essere impiegata per la distribuzione dei cavi di segnale ma con diametro non inferiore a 110mm.

Il numero e la disposizione delle tubazioni dovrà essere conforme a quanto riportato nei disegni di progetto. Nella posa delle tubazioni dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- per le tubazioni diam. 160 mm : raggio di curvatura minimo 100 cm;
- per le tubazioni diam. 110 mm : raggio di curvatura minimo 60 cm;

I cavidotti dovranno prevedere dei pozzetti di derivazione rompitratta dotati della dimensione di 80x80mm e 100x100mm per la distribuzione di energia mentre da 50x50mm e 40x40mm per la distribuzione dei segnali.

I pozzetti dovranno essere installati ad una interdistanza non superiore ai 25m e dovranno essere dotati di chiusini in ghisa carrabili.

Le terminazioni delle canalizzazioni dovranno essere opportunamente tappate in modo da evitare la penetrazione di terriccio o altro materiale che possa successivamente impedire od ostacolare la tesatura dei cavi elettrici.

Articolo 3.3.5.2 Canali metallici portacavi

I canali posacavi, di tipo metallico, saranno realizzati mediante elementi componibili ed in cantiere non saranno consentite altre lavorazioni che non siano taglio e foratura degli stessi.

I sostegni, del tipo prefabbricato, dovranno essere in metallo e con trattamento conforme a quello del canale. Devono essere sempre previsti in prossimità delle diramazioni ed alle estremità delle curve. I sostegni dovranno garantire una completa rigidità dei canali sia in senso longitudinale sia trasversale e non dovranno comunque subire lavorazione alcuna dopo il trattamento di protezione della superficie. Staffe e mensole saranno dimensionate in modo da potere sopportare il carico ottenuto riempiendo di cavi i canali sino al massimo consentito. L'interdistanza massima consentita è di 2m. e in ogni caso la

freccia massima del canale non deve superare 0,5 cm. Curve, incroci e derivazioni saranno di tipo prestampato sia per i canali metallici sia per quelli in materiale plastico.

Se uno stesso canale è utilizzato per cavi di energia e cavi di segnale deve essere munito di setti separatori, in alternativa, si può posare all'interno del canale un altro canale di dimensioni ridotte o un tubo protettivo, o infine si possono utilizzare cavi di segnale isolati per la tensione nominale dei cavi di energia. Se si utilizzano canali metallici tutti i cavi del medesimo circuito devono essere installati nello stesso canale, per evitare riscaldamento dovuto a correnti indotte.

I coperchi dovranno essere di tipo rimovibile senza l'utilizzo d'attrezzi e dovranno avere i bordi ripiegati. La zincatura dei componenti d'acciaio non dovrà presentare difetti quali: vaiolatura, scorie, macchie nere, incrinature ecc. Tutti i tagli non dovranno presentare sbavature o bordi taglienti.

Per i canali metallici, nelle zone di taglio dovrà essere ripristinata la zincatura. Fori ed asolature effettuate per consentire l'uscita dei cavi, dovranno essere muniti di passacavi di gomma o d'altre guarnizioni di tipo isolante, che impediscano eventuali danneggiamenti.

Dovrà essere garantita, durante la posa in opera, la continuità elettrica per l'intero percorso dei cavidotti metallici per mezzo d'appositi collegamenti d'equipotenzializzazione.

Tutta la bulloneria utilizzata deve essere in acciaio inox o in acciaio zincato a caldo; è espressamente vietato l'uso di rivetti. Prima della loro installazione, si dovrà presentare alla D.L. una breve relazione contenente i calcoli di dimensionamento delle staffe e delle mensole portacanali, avendo supposto i canali contenenti il massimo prescritto dei cavi.

Devono essere previsti per canali metallici i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8. Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti stesse. Le caratteristiche di resistenza al calore anormale e al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

Tutte le derivazioni saranno eseguite in scatole di derivazione isolate tramite morsetti, non sono previste né ammesse derivazioni nel canale metallico o all'esterno delle relative scatole di derivazione.

Articolo 3.3.5.3 Posa dei cavi nei canali metallici

I cavi devono essere semplicemente appoggiati sul fondo, in modo ordinato, paralleli tra loro, senza attorcigliamenti e rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle.

Lungo il percorso, i cavi non dovranno presentare giunzioni intermedie a meno di linee la cui lunghezza sia tale da non essere presenti in commercio pezzature di lunghezza adeguata. I cavi saranno eventualmente distanziati, se prescritto dalla modalità di posa al fine di annullare il mutuo riscaldamento; se la stessa canalina deve ospitare conduttori di sistemi diversi, dovrà adottarsi un separatore di servizio.

Lungo i canali, i cavi dovranno essere fissati agli stessi mediante l'impiego di fascette in materiale plastico in corrispondenza di curve, incroci e diramazioni. Nei tratti verticali i cavi dovranno essere fissati alle passerelle con passo non superiore a 40cm. I cavi, nei canali chiusi, saranno fissati con apposite sbarre trasversali.

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); in particolare, opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti.

Articolo 3.3.5.4 Tubazioni a vista

I tubi protettivi, flessibili o rigidi, dovranno essere, conformi alle Norme CEI EN 50086.1/50086.2.1-2 e varianti. Le tubazioni in materiale isolante posate sotto pavimento devono essere di tipo pesante. Anche

per la posa in vista è bene utilizzare tubi rigidi di tipo pesante. I tubi di tipo leggero possono essere posati sottotraccia a parete, o a soffitto, oppure nel controsoffitto. I tubi protettivi installati sottotraccia a parete devono avere percorso orizzontale, verticale o parallelo agli spigoli delle pareti. Nel pavimento e nel soffitto il percorso può essere qualsiasi. Queste tubazioni devono far capo ad idonee cassette a pavimento che permettano l'infilaggio dei cavi senza danneggiamenti.

I tubi protettivi impiegati posti a vista sia a parete che a soffitto sono del tipo in materiale termoplastico auto estinguente rigido pesante filettato, avente filettatura con passo metrico, con un diametro adeguato per la messa in opera o la sostituzione dei conduttori, ed un grado di protezione adatto all'ambiente di installazione. Anche le curve e ghiera di fissaggio della medesima serie delle tubazioni garantiranno il grado di protezione richiesto. Possono essere utilizzati al posto delle tubazioni filettate, tutti gli accessori quali manicotti, curve, e raccordi rapidi in grado di assicurare il grado di protezione richiesto.

A ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo tale che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi. In ogni caso il diametro della tubazione dovrà essere comunque superiore di almeno 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in essa contenuti con minimo di 16 mm.

Si prenderanno inoltre i seguenti provvedimenti:

- i tratti di canalizzazione rettilinei di lunghezza superiore a 15 metri dovranno essere interrotti da almeno una cassetta di derivazione;
- i tratti di canalizzazione (con curva interposta) di lunghezza superiore a 10 metri, dovranno essere interrotti da cassetta di derivazione;
- i tratti di tubazione rettilinei, di lunghezza superiore a 4 metri, dovranno, al fine di garantire una corretta dilatazione termica del tubo, avere interposto almeno un manicotto di dilatazione ogni 4 metri o frazione di detta misura.

Le tubazioni protettive dovranno essere posate a regola d'arte e dotate di marchio IMQ e CE.

Numero massimo di cavi unipolari da introdurre in tubi protettivi (i numeri fra parentesi sono per i cavi ed i tubi per linee di comando e segnalazione):

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, cavi dedicati alla distribuzione dei segnali.

Le tubazioni dovranno essere del tipo conforme alle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL. Dovranno essere in PVC della serie pesante e raccordate nei tratti terminali con guaine spiralate.

La raccorderia deve essere del tipo pressatubo oppure filettata. Per il fissaggio in vista ci si dovrà avvalere di morsetti in materiale plastico con fissaggio del tubo a scatto. I morsetti non dovranno essere posti a distanze superiori al metro ed in modo da evitare la flessione delle tubazioni. Nel caso di tubi rigidi installati sottotraccia, i raccordi potranno essere ottenuti mediante l'impiego di manicotti.

Articolo 3.3.5.5 Marcature dei cavidotti e delle scatole

Canali e cassette dovranno essere contrassegnati in modo visibile ed inalterabile con sigle, ricavate dagli elaborati di progetto, che identifichino in modo inequivocabile la loro destinazione d'uso. Tutte le cassette riceveranno delle etichette di dimensioni adeguate (almeno 22 x 40 mm) indicanti il circuito d'appartenenza, mentre i canali andranno contrassegnati almeno ogni 12 m, con targhette in tela o piastrelle in PVC di dimensioni minime 100 x 50 mm ed aventi colorazioni diverse secondo le reti e precisamente a scelta della Direzione dei Lavori.

Articolo 3.3.5.6 Giunzioni e derivazioni dei cavi

Giunzioni diritte: ammesse solo nei casi in cui le tratte senza interruzioni superino in lunghezza le pezzature reperibili in commercio. Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Le terminazioni dei cavi devono essere del tipo e della sezione adatta alle caratteristiche del cavo e all'apparecchio al quale saranno collegate; non è consentito alcun adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso. La guaina del cavo, nel punto di taglio, dovrà essere rifinita con l'impiego di manicotti termorestringenti. Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non potrà essere connesso più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione tra i morsetti dovrà avvenire mediante l'impiego d'opportune barrette di parallelo. Nei punti di collegamento i cavi dovranno essere fissati mediante l'ausilio di fascette o collari o pressacavi, in modo da evitare qualsiasi sollecitazione meccanica sulle morsettiere. I capicorda, in rame stagnato, devono essere del tipo a compressione e saranno utilizzati su tutti i cavi, sia di potenza sia di segnalazione.

Articolo 3.3.5.7 Cassette e scatole di derivazione

Le cassette, in materiale termoplastico autoestinguente devono essere composte da un unico pezzo e devono essere saldamente fissate alle strutture. Sono preferibili le cassette con coperchio fissato con viti, mentre sono sconsigliabili i coperchi ancorati con graffette. Le viti di fissaggio dovranno essere collocate in apposita sede. Le cassette dovranno poter contenere i morsetti di giunzione, di derivazione ed anche setti separatori in grado di garantire l'eventuale separazione tra sistemi a tensione nominale diversa. I coperchi delle cassette dovranno essere fissati alle stesse mediante l'impiego di viti in nylon con testa sferica. Sono consentite, salvo approvazione della DL, anche viti in metallo. Le connessioni ed i cavi posati all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno della cassetta stessa. Per le cassette di maggiori dimensioni dovrà essere possibile l'apertura a cerniera del coperchio. Le guarnizioni, in neoprene o in gomma siliconica, dovranno essere del tipo antinvecchiante. Le cassette dovranno essere installate in modo da renderne agevole l'accessibilità, dovranno inoltre essere fissate in modo da non sollecitare tubi o cavi che ad esse fanno capo. Sono pertanto consentiti l'impiego di tasselli ad espansione, bulloneria trattata con procedimento antiossidante e chiodatura a sparo. Le cassette di derivazione poste lungo le dorsali dovranno essere munite di morsetti fissi o componibili in poliammide aventi tensioni di isolamento coerenti con quelle dei cavi ad essi attestatisi. Il serraggio dei conduttori dovrà in ogni modo essere del tipo indiretto. Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione (morsetti con o senza vite) aventi grado di protezione IPXXB; non sono quindi considerate giunzioni e/o derivazioni eseguite con attorcigliamento e nastratura.

Il grado di protezione IPXXB indica che le parti attive, cioè le parti in tensione nel servizio ordinario incluso il neutro, non sono accessibili al dito di prova. E' ammesso l'entra-esce sui morsetti, ad esempio di una presa per alimentare un'altra presa, purché esistano doppi morsetti, o questi siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare. Nell'esecuzione delle connessioni non si deve ridurre la sezione dei conduttori e lasciare parti conduttrici scoperte. I dispositivi di connessione devono essere ubicati nelle cassette, non sono ammesse nei tubi e nelle scatole porta apparecchi. Alcune derivazioni, se espressamente richiesto dalla D.L., potranno essere effettuate al di fuori delle cassette. A

tale scopo dovranno impiegarsi solo morsetti del tipo a perforazione dell'isolamento. Scatole e cassette di derivazione e/o transito dovranno essere dotate di tutti gli accessori (pressacavi, raccordi ecc.) necessari per garantire il grado di protezione richiesta. La dimensione minima per le cassette di derivazione installate sui canali luce, forza e continuità assoluta deve essere pari a 110x110x70 mm. La suddivisione tra morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà essere eseguita mediante l'impiego di setti separatori.

Le cassette di derivazione e le connessioni dovranno essere realizzate a regola d'arte e dotate di marchio IMQ E CE.

Paragrafo 3.3.6 Protezione delle persone e delle condutture

Articolo 3.3.6.1 Protezione contro i contatti diretti e indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento d'impianti, contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze, deve avere un proprio impianto di terra

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

Articolo 3.3.6.2 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente d'impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente d'impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) e una corrente in funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate, è automaticamente soddisfatta nel caso d'impiego d'interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $I^2 t \leq K^2 S^2$ (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8). Essi devono avere un potere d'interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione.

Tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere d'interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere d'interruzione (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 delle norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, I^2t , lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Articolo 3.3.6.3 Impianto di terra

L'impianto di terra dovrà essere realizzato mediante una treccia di rame nudo interrata ad una profondità tra 0,5 m e 0,8 m e della sezione di 50 mm² che, partendo dalla cabina di fornitura dell'ente distributore dell'energia, arriverà all'impianto chiudendosi poi ad anello per come indicato nei disegni di progetto.

Ogni cabina elettrica presenterà un sistema dispersore realizzato con una anello che segue il perimetro della cabina, interrato ad una profondità tra 0,5 m e 0,8 m, in modo da portare il terreno circostante ad un potenziale prossimo a quello delle masse e ridurre le tensioni di contatto. A tal fine si collegheranno anche i ferri di armatura e la griglia elettrosaldata posta sotto il pavimento della cabina.

Alla fine dei lavori si dovrà verificare che la resistenza di terra sia minore di 2,14 Ω per una tensione nominale in MT di 20 kV.

All'interno delle cabine dovranno realizzarsi i collettori di terra per il collegamento delle masse dei quadro MT e le terre del lato bassa tensione.

I conduttori equipotenziali principali (EQP), necessari per il collegamento delle masse estranee a livello del terreno avranno sezioni prescritte dalla tabella **54F** della norma **CEI 64-8/5**:

Sp = S	per	$S \leq 16 \text{ mm}^2$
Sp = 16 mm²	per	$16 < S \leq 35 \text{ mm}^2$
Sp = S/2	per	$S > 35 \text{ mm}^2$

dove : **S** = sezione del conduttore di fase;

Sp = sezione del conduttore di protezione.

Il conduttore di protezione (PE), per il quale si applicano le stesse prescrizioni per i conduttori EQP, sarà del tipo isolato in PVC e posato entro tubazione in grado di garantire adeguata protezione meccanica (**CEI 64-8/5 art. 542.3.1**).

L'impianto di terra dovrà essere unico per la media e per la bassa tensione e pertanto in ogni quadro di bassa tensione dovranno essere predisposte delle morsettiere di terra a loro volta collegate al sistema disperdente.

Infine si dovranno realizzare dei collegamenti tra i ferri di fondazione ed il sistema di terra per come indicato negli elaborati di progetto.

Articolo 3.3.6.4 Quadri prese industriali

Saranno installati all'interno dei capannoni dei quadretti con gruppi di prese a spina CEE singolarmente protette e dotate di interblocco. I quadri avranno le seguenti principali caratteristiche:

- grado di protezione: IP65;
- resistenza agli urti: IK08; IK09
- Glow Wire Test: 650°C;
- classe di isolamento II;
- sezione superiore atta a ospitare apparecchi modulari per guida DIN EN50022 (da 5 a 40) con frontale munito di portella trasparente;
- sezione inferiore, predisposta per ospitare prese industriali IEC 309 da incasso;

I componenti dovranno essere muniti del marchio italiano di qualità (IMQ).

Le prese fisse, di tipo industriale, dovranno essere rispondenti allo standard IEC 309 e dotate di interblocco meccanico costituito da un interruttore che consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in posizione di aperto e la chiusura dell'interruttore stesso solo a spina inserita.

Nella sezione superiore dei quadretti dovrà essere presente una o più protezioni magnetotermica integrata con blocco differenziale a corrente differenziale $I_{dn}=0,03A$.

Le prese fisse dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Tensioni nominali 100/130V, 200/250V, 346/415V, 380/415V, 480/500V;
- correnti nominali: 16, 32, 63 A;
- Caratteristiche interruttore magnetotermico: MT 6kA curva C da 2P,3P,4P;
- N. poli: 2P+T, 3P+T, 3P+N+T;

Le prese a spina e gli apparecchi di comando dovranno essere realizzati a regola d'arte e dotati di marchio IMQ e CE.

La derivazione dalla dorsale verso i quadretti dovrà essere effettuata con cavo FG16OR16 di sezione non inferiore a 6mm².

Articolo 3.3.8 Gruppo elettrogeno

Si intendono ai fini del presente articolo, quali stazioni di energia, le sorgenti di energia elettrica costituite da batterie di accumulatori e da gruppi elettrogeni. La Stazione Appaltante preciserà quale dei due tipi, oppure se entrambi contemporaneamente, dovranno essere previsti.

Tali stazioni di energia potranno essere previste per l'alimentazione di determinate apparecchiature o quali fonti di energia di riserva. In questo ultimo caso serviranno, in via normale, per alimentare l'illuminazione di riserva o di sicurezza. La Stazione Appaltante preciserà se dovranno servire per l'alimentazione anche di altre utilizzazioni in caso di interruzioni della corrente esterna (vedi anche articolo "Disposizioni particolari per gli impianti di illuminazione").

Al fine di garantire una fonte di energia di riserva per alcuni macchinari del processo produttivo che dovranno funzionare con continuità si è previsto l'utilizzo di un gruppo elettrogeno con le seguenti caratteristiche:

- **Gruppo Elettrogeno** ad intervento automatico per servizio di emergenza a linea rete, avviamento elettrico, raffreddamento ad acqua in circuito chiuso con radiatore meccanico e mappatura motore diesel per basso livello emissioni allo scarico, tipo AUSONIA mod. BA0400SWD o equivalente, avente le seguenti caratteristiche:
 - Potenza per servizio continuo PRP : 400 kVA pari a 320 kW
 - Potenza per serv. Emergenza LTP : 440 KVA pari a 352 KW
 - Fattore di potenza : cosφ 0,8
 - Tensione : 400 V. trifase con neutro accessibile
 - Frequenza : 50 Hz.
 - Velocità : 1500 giri/1'.
 - Il gruppo elettrogeno è costituito da:
 - motore diesel BAUDOUIN tipo 6M21G440/5, aspirazione sovralimentata ed interrefrigerata, 6 cilindri in linea, raffreddamento ad acqua con radiatore, regolazione di velocità con controllo elettronico, avviamento elettrico 24 Vcc;

- alternatore LEROY SOMER tipo TAL 0473A (o similare), della potenza nominale di 410 kVA, autoeccitato ed autoregolato, senza spazzole (brushless), con regolatore elettronico della tensione, protezione meccanica IP 23, forma costruttiva monosupporto, classe di isolamento/sovratemperatura H/H.
-
- Il tutto montato, tramite supporti antivibranti, su apposito basamento realizzato in profilati di acciaio pressopiegati ed elettrosaldati.
- Il Gruppo elettrogeno è predisposto per funzionamento manuale/automatico ed è completo di:
- Sensore per allarme/arresto bassa pressione olio.
- Sensore per allarme/arresto alta temperatura acqua.
- Serbatoio di servizio della capacità di lt. 120, incorporato all'interno del basamento del G.E., capace di garantire un'autonomia di circa 2h al 75% della PRP, completo di indicatore livello carburante a quadrante, di sensore di allarme per minimo livello. Il serbatoio è dotato di vasca di contenimento per l'intera capacità e sensore rilevamento perdite, come disposto dalla Regola Tecnica sulla Prevenzione Incendi – Decreto 13/07/2011.
- La fornitura comprende altresì:
- Radiatore con ventilatore soffiante azionato meccanicamente dal motore diesel completo di tubazioni di collegamento, valvola termostatica e pompa di circolazione, il tutto montato sul basamento del gruppo;
- Impianto preriscaldamento acqua;
- Batterie di avviamento al piombo 24Vcc;
- Giunto dilatazione gas scarico, in acciaio inox, per collegamento uscita gas scarico motore;
- Silenziatore gas di scarico residenziale;
- Golfari di sollevamento;
- Monografia e schemi elettrici;
- Ciclo di verniciatura e colore secondo ns. standard.
- QUADRO elettrico di comando e controllo automatico ns. tipo Lovato RGK800, montato all'interno della carenatura più avanti descritta, con logica di gestione a microprocessore di tipo programmabile dall'utente, tramite interfaccia user-friendly, capace di fare intervenire manualmente il G.E. o automaticamente entro pochi secondi al mancare della tensione di rete anche su una sola fase.
Il quadro è completo di:
- Dispositivo elettronico di ultima generazione per il controllo ed il monitoraggio di tutti i parametri che entrano in gioco per la gestione del gruppo elettrogeno.
- Display alfanumerico retroilluminato per la visualizzazione dei seguenti parametri:
- Tensioni concatenate della rete (R-S-T), tensione di fase della rete, tensione concatenate di gruppo (U-V-W), tensione fase di gruppo, Amperometro sulle 3 fasi di gruppo (U-V-W), frequenza Rete, frequenza gruppo, contaore di moto, Voltmetro batteria, Report storico ultimi 10 eventi.
- Carica batterie elettronico con punto di cross-over automatico;
- Manometro olio + termometro acqua + indicatore livello gasolio serbatoio di servizio con visualizzazione sul display anzidetto;
- Circuito di comando e protezione impianto preriscaldamento acqua;
- Orologio programmatore per prova periodica automatica;
- Uscita seriale RS485 per interfacciamento con sistema di supervisione remoto tramite protocollo modbus.
- Protezione corto circuito:
- Interruttore automatico magnetotermico 4 x 630 A, a protezione generatore, in esecuzione fissa, con comando manuale.
- Protezione contatti indiretti:

- Relè protezione massa storica 64S.
- Carenatura insonorizzata realizzata in lamiera di acciaio zincato per esterno, versione C4818 SM versione Silent, per il contenimento del G.E. sopradescritto, in grado di garantire un livello di rumorosità residua pari a 75 dB(A) $\pm$ 3 dB a 7 metri misurati in campo libero ed in assenza di rumore di fondo. Completa di sportelli apribili per la manutenzione, silenziatore gas di scarico integrato nella sagoma. All'esterno della carenatura ed integrato nella sagoma è previsto il pulsante per arresto di emergenza.
- **Gruppo riempimento automatico** serbatoio di servizio G.E., comprendente 1 elettropompa autoadescante (IP 54), + 1 pompa ad azionamento manuale con circuito di by-pass, circuito di comando e controllo integrato nel quadro del gruppo elettrogeno.

B) Pezzi di ricambio ed attrezzi

Nelle forniture comprese nell'appalto dovranno essere inclusi i seguenti pezzi di ricambio:

- una serie di fasce elastiche;
- un ugello per l'iniettore;
- una valvola di scarico ed una di ammissione per il motore primo;
- una serie di fusibili per il quadro elettrico.

Sarà inoltre fornita una serie completa di attrezzi necessari alla manutenzione, allo smontaggio e rimontaggio dei vari pezzi del gruppo.

C) Assistenza per il collaudo

Per il collaudo l'Impresa aggiudicataria metterà a disposizione operai specializzati ed il combustibile necessario per il funzionamento, a pieno carico e per 12 ore, del gruppo. Curerà inoltre che i lubrificanti siano a livello.

3.3.1 Stazione ricarica elettrica (Tipo wallbox)

Le wallbox sono le soluzioni JOINON studiate e pensate per integrarsi in contesti privati e semi pubblici in conformità alla norma internazionale IEC 61851-1 ed. 3. Si contraddistinguono per la speciale funzionalità "onehand recharge", e la presenza della presa antivandalo in alternativa al connettore con cavo ed holder integrato nella stazione, il grado IP55 abbinato ad una resistenza certificata IK10, una gestione intelligente dei carichi, l'illuminazione Backlight, e diverse possibilità d'installazione: a parete, a incasso o a pavimento.

Caratteristiche tecniche:

- Morsettiera 5 x 10 mm²
- Corrente nominale 32 A
- Potenza complessiva 22 Chilowatt
- Numero di prese (tipo) 1 (Tipo 2, anti-vandalo con shutter)
- Attivazione ricarica Gestito localmente, via RFID
- Human Interface Led RGB
- Tensione nominale 400 V
- Corrente erogata (max) 32 A
- Potenza max. 22 Chilowatt
- DC Leakage check Si

Caratteristiche meccaniche

- Tipo di installazione e montaggio A parete o su supporto a pavimento
- Materiale Termoplastico (origine Post Industriale)
- Trattamento esterno No
- Grado di protezione IP55
- Resistenza agli urti IK10
- Temperatura di utilizzo -25 +50 °C

Titolo 3.4 Impianto di climatizzazione

Le specifiche tecniche di resa termica, portata, efficienze, etc... dovranno rispettare i requisiti richiesti negli elaborati di progetto ed in particolare negli specifici elaborati tecnici impiantistici ed energetici

Articolo 3.4.1 Impianto condizionamento

Per l'impianto di condizionamento a servizio del fabbricato uffici si è scelto di utilizzare un sistema VRV (volume di refrigerante variabile) con refrigerante R410A costituito da un impianto centralizzato a pompa di calore in grado di fornire le massime prestazioni in termini di confort ambientale, risparmio energetico ed affidabilità. L'impianto di condizionamento servirà tutti gli ambienti di lavoro eccetto il "CED" dove è prevista l'installazione di una pompa di calore motocondensante indipendente con refrigerante R32 all'esterno e una unità interna a soffitto tipo cassetta a 4 vie vista la continuità di funzionamento h24 determinata dalla necessità di raffreddamento continuo del locale che ospita i quadri elettrici, rack e centrali di comando.

La particolare tecnologia con parzializzazione continua della potenza (con inverter di tipo lineare) produce il raffreddamento o il riscaldamento dei locali con la massima efficienza.

Si possono collegare ad una singola unità condensante unità interne di diversa tipologia e capacità.

Le richieste termiche di ciascuna camera vengono soddisfatte in maniera molto accurata sulla base delle impostazioni effettuate sul pannello di comando.

Il sistema permette di dimensionare correttamente l'impianto utilizzando, in funzione del fattore di contemporaneità, una potenza installata più contenuta rispetto alle soluzioni tradizionali.

Il controllo individuale della temperatura in ciascun ambiente, garantisce il massimo confort: l'apparecchio, tramite una speciale valvola di espansione a controllo elettronico, produce solo lo scambio termico effettivamente necessario per l'ambiente e l'aria viene immessa sempre alla giusta temperatura.

La modulazione della portata del refrigerante viene realizzata con un preciso controllo del compressore tramite un INVERTER di tipo lineare. Tale soluzione permette di avere la massima efficienza anche nelle condizioni di utilizzo parziale della potenza installata.

Le caratteristiche degli apparecchi consentono il funzionamento regolare nelle più severe condizioni ambientali.

Il sistema ad espansione diretta impiega un tempo ridotto per la messa a regime dell'impianto.

Gli ambienti raggiungono rapidamente la temperatura impostata e nello stesso tempo il consumo di energia elettrica diminuisce fino al livello richiesto per mantenere il benessere negli ambienti.

Le motocondensanti esterne saranno installate all'interno del locale tecnico della sezione climatizzazione, le tubazioni di distribuzione del fluido frigorifero saranno realizzate sotto traccia.

Dovranno essere previsti fori passanti e apertura di breccie nelle murature (varco per agevolare il passaggio da un locale all'altro) delle pareti divisorie.

La rete di alimentazione frigorifera a ciascuna unità interna sarà realizzata con distributori in rame preassemblati del tipo e nei diametri indicati negli elaborati grafici allegati. Le unità interne saranno corredate di comando a filo. Tutte le unità interne saranno collegate ad un comando centralizzato che gestirà tutte le operazioni di accensione e spegnimento e programmazione.

L'alimentazione elettrica delle stesse sarà predisposta in ciascun ambiente da servire con linee dorsali, tubazioni sottotraccia, scatole di derivazione e prese di corrente protette a monte da interruttori magnetotermici differenziali ubicati nel quadro elettrico di piano a

servizio dei locali.

L'impianto di condizionamento a volume di refrigerante variabile verrà integrato con un sistema di trattamento di aria esterna in grado di garantire nello spogliatoio del fabbricato uffici il corretto numero di ricambi d'aria previsto in base alla destinazione d'uso dei locali. Il sistema sarà costituito complessivamente da una unità di ventilazione primaria a recupero di calore posto all'interno del locale tecnico sezione idrico, come riportato nell'elaborato di progetto, in grado di garantire il ricambio d'aria in ogni ambiente di lavoro attraverso un sistema di canali metallici di mandata e di ripresa e di diffusori regolabili a parete.

L'impianto di climatizzazione previsto è così composto:

- Unità esterna pompa di calore;
- Unità interna del tipo cassetta a quattro vie;
- Unità interna del tipo split a parete;
- Controllore centralizzato;
- Tubazione in rame precoibentata per impianti VRV.
- Collettori per impianti VRV;
- Tubazione in PVC per lo scarico della linea condensa;
- Recuperatore di calore per trattamento aria esterna;
- Canali di lamiera zincata a sezione rettangolare;
- Diffusori d'aria a soffitto per mandata e ripresa.

Articolo 3.4.2 Unità esterna pompa di calore

Modalità di posa in opera

Le unità esterne dovranno essere posizionate su apposito basamento seguendo le indicazioni prescritte dalla casa costruttrice. Tra l'unità e la struttura di sostegno dovranno essere interposti opportuni sostegni antivibranti il cui tipo e numero saranno definiti in funzione del peso in esercizio della macchina e della frequenza delle vibrazioni che si generano durante il suo funzionamento, in maniera tale da evitare che esse possano trasmettersi alle strutture circostanti.

Durante la posa della pompa di calore si dovranno tassativamente rispettare le seguenti condizioni:

- Evitare condizioni di installazione in cui il rumore prodotto dall'unità possa infastidire le persone.
- Evitare l'esposizione diretta al vento, che può destabilizzare l'unità e ostacolarne i flussi d'aria.
- Prevedere una condotta di scarico in prossimità del luogo di installazione dell'unità esterna per convogliare l'acqua di condensa prodotta.
- Installare l'unità esterna nel rispetto delle distanze minime da ostacoli, secondo quanto indicato dal costruttore delle apparecchiature.
- Non installare l'unità esterna in modo che possa aspirare fumi o vapori di scarico.
- Non installare l'unità esterna dove sono presenti oli, vapori e liquidi alcalini o corrosivi.

In ogni caso l'installazione dell'unità dovrà essere eseguita conformemente alle istruzioni tecniche per l'installazione, la regolazione, l'uso e la manutenzione elaborate dal produttore.

Caratteristiche tecniche:

Potenzialità nominale in regime riscaldamento pari a 15,5 kW mentre in regime di

raffreddamento paria a 15,1 kW, alle seguenti condizioni: in raffreddamento temperatura interna 27°CBS/19°CBU, temperatura esterna 35°CBS, in riscaldamento temperatura interna 20°CBS, temperatura esterna 7°CBS/6°CBU, lunghezza equivalente del circuito 5 m, dislivello 0 m.

Dati di efficienza conformi al LOT21:

SCOP 4,7 SEER 7,6

Il sistema deve prevedere la possibilità di interrompere l'alimentazione di una o più unità interne garantendo la funzionalità del resto del sistema.

Tecnologia VRT: La modulazione del carico è ottenuta tramite controllo automatico e dinamico non solo della portata ma anche della temperatura di evaporazione/condensazione del refrigerante con compensazione climatica come previsto dal DM "requisiti minimi del 26/06/15 allegato1".

Le modalità Automatica, High Sensible e Standard consentono di impostare la velocità di reazione del sistema.

Configurazione dell'impianto: la configurazione dell'impianto avviene tramite apposito software con interfaccia grafica semplificata, che gestisce le operazioni di primo avviamento e personalizzazione del sistema.

Compatibilità di unità interne: Il sistema può essere utilizzato in abbinamento a tutta la gamma di unità interne VRV, alle barriere d'aria a espansione diretta, ai moduli hydrobox per la produzione di acqua fredda e calda a bassa temperatura, alle unità interne della gamma residenziale, ai sistemi per la ventilazione e l'aria di rinnovo, quali recuperatori entalpici con e senza batteria ad espansione diretta tipo VAM o VKM, centrali di trattamento aria con batteria idronica tipo AHU.

Numero massimo di unità interne collegabili in configurazione standard : 60. La potenza delle unità interne collegate deve essere compresa tra un minimo del 50 e può arrivare fino ad un massimo del 200 % di quella erogata dalla pompa di calore.

Struttura autoportante in acciaio, dotata di pannelli amovibili, con trattamento di galvanizzazione ad alta resistenza alla corrosione, griglie di protezione sulla aspirazione ed espulsione dell'aria di condensazione a profilo aerodinamico ottimizzato avente le dimensioni non superiori a 1685x1240x765 mm (HxLxP) con peso massimo 308 kg. Non necessita di basamenti particolari per l'installazione.

Batteria di scambio costituita da tubi di rame rigati internamente W-HiX e pacco di alette in alluminio sagomate ad alta efficienza con trattamento anticorrosivo, dotata di griglie di protezione laterali a maglia quadra. La geometria in controcorrente e il sistema e-Pass permettono di ottenere un'alta efficienza di sottoraffreddamento anche con circuiti lunghi e di ridurre la quantità di refrigerante.

2 Ventilatori elicoidali, controllato da inverter, funzionamento silenzioso, griglie di protezione antiturbolenza posta sulla mandata verticale dell'aria azionato da motore elettrico a cc Brushless direttamente accoppiato, funzionante a controllo digitale; portata d'aria 251 m³/min, potenza del motore elettrico 0,75 kW. Pressione statica esterna standard pari a 78 Pa; curva caratteristica ottimizzata per il funzionamento a carico parziale. Controllo della velocità tramite microprocessore per ottenere un flusso a pressione costante nello scambiatore.

2 Compressori inverter ermetici a spirale orbitante di tipo scroll ottimizzato per l'utilizzo con R410A muniti di dispositivo di regolazione della pressione che minimizza le perdite

anche in presenza di basso carico. Superficie di compressione ridotta con motore brushless a controllo digitale; controllo della capacità dal 3 al 100%; raffreddamento con gas compressi che rende superfluo l'uso di un separatore di liquido. Resistenza elettrica di riscaldamento del carter olio della potenza di 33 W.

Funzionalità i-Demand per la limitazione del carico elettrico di punta e avviamento in sequenza dei compressori. Controllore di sistema a microprocessore per l'avvio del ciclo automatico di ritorno dell'olio, che rende superflua l'installazione di dispositivi per il sollevamento dello stesso.

Campo di funzionamento:

in raffreddamento da -5°CBS a 43° CBS.

in riscaldamento da -20°CBU a 15.5° CBU.

Livello di pressione sonora non superiore a 62 dB(A). Possibilità di ridurre il livello di pressione sonora fino a 45 dB(A) tramite impostazione sulla PCB dell'unità esterna e/o con schede aggiuntive.

Circuito frigorifero ad R410A con distribuzione del fluido a due tubi, controllo del refrigerante tramite valvola d'espansione elettronica, olio sintetico, con sistema di equalizzazione avanzato; comprende il ricevitore di liquido, il filtro e il separatore d'olio. Carica di refrigerante non superiore a 11,7 kg.

Funzione automatica per la carica del refrigerante provvede autonomamente al calcolo del quantitativo di refrigerante necessario al corretto funzionamento e alla sua carica all'interno del circuito. Grazie a questa funzione è in grado di provvedere automaticamente anche alla verifica periodica del contenuto di refrigerante nel circuito.

Funzione automatica per la verifica del refrigerante : è in grado di provvedere automaticamente anche alla verifica periodica del contenuto di refrigerante nel circuito evidenziando eventuali anomalie nel quantitativo di gas refrigerante.

Attacchi tubazioni del refrigerante situate o sotto la macchina o sul pannello frontale; diametro della tubazione del liquido 15,9 mm e del gas 28,6 mm a saldare.

Dispositivi di sicurezza e controllo: il sistema dispone di sensori di controllo per bassa e alta pressione, temperatura aspirazione refrigerante, temperatura olio, temperatura scambiatore di calore e temperatura esterna. Sono inoltre presenti pressostati di sicurezza per l'alta e la bassa pressione (dotati di ripristino manuale tramite telecomando). L'unità è provvista di valvole di intercettazione (valvole Schrader) per l'aspirazione, per i tubi del liquido e per gli attacchi di servizio. Il circuito del refrigerante viene sottoposto a pulizia con aspirazione sotto vuoto di umidità, polveri e altri residui. Successivamente viene precaricato con il relativo refrigerante. Microprocessore di sistema per il controllo e la regolazione dei cicli di funzionamento sia in riscaldamento che in raffreddamento. In grado di gestire tutti i sensori, gli attuatori, i dispositivi di controllo e di sicurezza e gli azionamenti elettrici, nonché di attivare automaticamente la funzione sbrinamento degli scambiatori.

Alimentazione: 400 V, trifase, 50 Hz.

Collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.

Funzione di autodiagnostica per le unità interne ed esterne tramite il bus dati, accessibile tramite comando manuale locale e/o dispositivo di diagnostica: Service-Checker – visualizzazione e memorizzazione di tutti i parametri di processo, per garantire una manutenzione del sistema efficace. Possibilità di stampa dei rapporti di manutenzione.

Possibilità di controllo dei consumi tramite collegamento a comando centralizzato touch screen, che consente la visualizzazione dell'intero sistema, con riconoscimento automatico delle unità interne, accesso via web di serie, tipo Intelligent Touch Manager.

Possibilità di interfacciamento con bus di comunicazione per sistemi BMS (Building Management Systems) a protocollo Modbus, Konnex, LONworks® e BACnet®.

Lunghezza massima effettiva totale delle tubazioni 1000 m. Dislivello massimo tra unità esterna ed interne fino a 90 m, dislivello massimo tra le unità interne fino a 30m, distanza massima tra unità esterna e l'unità interna più lontana pari a 165m.

Accessori standard: manuale di installazione, morsetto, tubo di collegamento, tampone sigillante, morsetti, fusibili, viti.

Dichiarazione di conformità alle direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione) e 98/37/EC (direttiva macchine) fornita con l'unità e alla normativa RoHS.

Articolo 3.4.3 Unità interne a cassetta a 4 vie Modalità di posa in opera

L'unità verrà installata a controsoffitto, secondo le modalità indicate negli elaborati di progetto. Tale unità dovranno essere sorrette da adeguati supporti secondo le indicazioni del produttore.

Prima di procedere all'installazione dell'unità dovrà essere verificato che i punti di fissaggio siano idonei a sostenere il peso dell'unità e dovranno essere rispettate scrupolosamente le distanze di sicurezza tra le unità ed altre apparecchiature, strutture ed ostacoli in genere.

Inoltre dovranno essere verificati gli spazi tecnici necessari al passaggio dei cavi per l'alimentazione elettrica, al passaggio delle tubazioni in rame di alimentazione (liquido/gas), ed alle corrette operazioni di manutenzione e pulizia, senza i quali il buon funzionamento dell'unità non è garantito.

In ogni caso l'installazione di tale unità deve essere eseguita conformemente alle istruzioni tecniche per l'installazione, la regolazione, l'uso e la manutenzione elaborate dal fornitore.

Ogni apparecchio dovrà essere fornito completo di libretto con sopra riportate le istruzioni di uso e manutenzione.

Caratteristiche tecniche mod. "FULLY FLAT":

Carrozzeria in lamiera d'acciaio zincato rivestita di materiale termoacustico di polistirene espanso, pannello decorativo di colore bianco RAL9010, lavabile, antiurto, di fornitura standard. Griglia con ripresa centrale, dotata di filtro a lunga durata in rete di resina sintetica resistente alla muffa, lavabile; mandata tramite feritoia unica con meccanismo di oscillazione automatica dei deflettori, orientabili orizzontalmente tra 0° e 90°, con i quali è possibile ottenere un flusso d'aria in direzione parallela al soffitto, con un ampio raggio di distribuzione, prevenendo – al contempo – la formazione di macchie sul soffitto stesso. E' possibile diffondere l'aria in 23 direzioni diverse. Dimensioni dell'unità (AxLxP) pari a 260x575x575 peso non superiore a 15,5 kg. Possibilità di diluizione con aria esterna in percentuale pari al 20% del volume d'aria circolante.

Valvola di laminazione e regolazione dell'afflusso di refrigerante con motore passo-passo, 2000 passi, pilotata da un sistema di controllo a microprocessore con caratteristica PID (proporzionale-integrale-derivativa) che consente il controllo della temperatura ambiente con la massima precisione (scostamento di +/- 0,5° C dal valore di

set point), raccogliendo i dati provenienti dai termistori sulla temperatura dell'aria di ripresa, sulla temperatura della linea del liquido e sulla temperatura della linea del gas.

Sonda di temperatura ambiente posta sulla ripresa dell'unità. In funzione delle effettive necessità deve essere possibile scegliere se utilizzare la sonda a bordo macchina o a bordo comando remoto a filo, ad essa connessa.

Termistori temperatura dell'aria di ripresa, temperatura linea del liquido, temperatura linea del gas

Ventilatore turbo con funzionamento silenzioso e assenza di vibrazioni, a tre velocità, mosso da un motore elettrico monofase ad induzione direttamente accoppiato, dotato di protezione termica; portata d'aria di A/M/B 900/770/630, potenza erogata dal motore di 48 W, livello di pressione sonora A/B dell'unità non superiore a 33/29 dB(A) misurata ad 1m di distanza dalla macchina in stanza anecoica.

Scambiatore di calore in controcorrente costituito da tubi di rame internamente rigati HI-X Cu ed alette in alluminio ad alta efficienza.

Pompa di sollevamento della condensa di fornitura standard con fusibile di protezione e prevalenza fino a 750 mm.

Sistema di controllo a microprocessore con funzioni di diagnostica, acquisizione e analisi dei messaggi di errore, segnalazione della necessità di manutenzione; storico dei messaggi di errore per l'identificazione dei guasti; possibilità di interrogare i termistori tramite il regolatore PID. Fusibile di protezione della scheda elettronica.

Alimentazione: 220~240 V monofase a 50 Hz

Collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.

Possibilità di controllo dei consumi tramite collegamento a comando centralizzato.

Possibilità di gestione multilocataria tramite scheda adattatrice.

Possibilità di inserimento kit autopulente: opzione che prevede l'autopulizia in automatico del filtro in aspirazione della macchina. E' previsto un segnale sul comando a filo dello stato di riempimento della sacca contenente la polvere proveniente dal filtro standard, il quale viene automaticamente e ciclicamente pulito (una volta al dì). La pulizia continua del filtro consente di ridurre i costi di manutenzione e di evitare i cali di resa dell'unità. La pulizia del sacco di raccolta dello sporco può essere effettuata con una normale aspirapolvere, attraverso il kit fornito, evitando l'intervento di un manutentore specializzato.

Opzione sensore di presenza a infrarossi: regola il set-point di 2°C se non viene rilevata la presenza di persone nel locale. Il flusso d'aria viene indirizzato automaticamente lontano dagli occupanti

Opzione sensore a pavimento a infrarossi: rileva la temperatura media del pavimento e garantisce una distribuzione uniforme della temperatura tra soffitto e pavimento.

Gestione del funzionamento via web tramite collegamento a comando centralizzato.

Possibilità di interfacciamento con bus di comunicazione per sistemi BMS (Building Management Systems) a protocollo LONworks® e BACnet.

Contatti puliti per arresto di emergenza.

Agevole controllo visivo della condensa grazie all'attacco di drenaggio trasparente.

Attacchi della linea del gas 12,7 mm e della linea del liquido 6,4 mm. Drenaggio 32 mm est. 25 mm int..

Dichiarazione di conformità alle direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione) e 98/37/EC (direttiva macchine) fornita con l'unità.

Articolo 3.4.4 Unità interne a parete **Modalità di posa in opera**

Le unità verranno installate a parete, secondo le modalità indicate negli elaborati di progetto. Tali unità dovranno essere sorrette da adeguati supporti secondo le indicazioni del produttore.

Prima di procedere all'installazione dell'unità dovrà essere verificato che i punti di fissaggio siano idonei a sostenere il peso dell'unità e dovranno essere rispettate scrupolosamente le distanze di sicurezza tra le unità ed altre apparecchiature, strutture ed ostacoli in genere.

Inoltre dovranno essere verificati gli spazi tecnici necessari al passaggio dei cavi per l'alimentazione elettrica, al passaggio delle tubazioni in rame di alimentazione (liquido/gas), ed alle corrette operazioni di manutenzione e pulizia, senza i quali il buon funzionamento dell'unità non è garantito.

In ogni caso l'installazione di tale unità deve essere eseguita conformemente alle istruzioni tecniche per l'installazione, la regolazione, l'uso e la manutenzione elaborate dal fornitore.

Ogni apparecchio dovrà essere fornito completo di libretto con sopra riportate le istruzioni di uso e manutenzione.

Le unità interne previste in progetto sono del modello FXAA.

- **Copertura** in materiale plastico, totalmente amovibile dal corpo macchina per facilitarne l'installazione, dotata di isolamento termoacustico in polietilene espanso; nella parte posteriore sono presenti le aperture per l'accesso agli attacchi del refrigerante e dello scarico condensa, mandata dotata di meccanismo di movimentazione automatica del deflettore con chiusura automatica al momento della disattivazione dell'unità, deflettore smontabile per la pulizia.
- **Ventilatore** tangenziale con motore elettrico direttamente accoppiato, regolazione a gradini, funzionamento silenzioso e assenza di vibrazioni.
- **Scambiatore di calore** costituito da tubi di rame internamente rigati ed alette in alluminio ad alta efficienza.

COMFORT:

- **Commutazione automatica raffreddamento-riscaldamento** in base alla temperatura impostata.

FUNZIONI ECONO:

- **"Home leave"**: è possibile mantenere la temperatura interna ad un certo livello nel caso il locale non sia occupato.

PORTATA D'ARIA:

- Possibilità di impostare **la selezione automatica della velocità del ventilatore.**
- Scelta della **velocità del ventilatore su 2 gradini differenti.**

TRATTAMENTO ARIA:

- **Tecnologia Flash Streamer:** Genera un flusso di elettroni ad alta velocità che decompone virus, batteri, odori e allergeni.
- **Filtro in argento** per rimozione di allergeni e purificazione dell'aria, cattura pollini e acari.
- **Filtro fotocatalitico aria** in titanio, rivestito in apatite per eliminare batteri, polveri e muffe.

Con un sistema di filtrazione a 4 stadi gli elementi inquinanti organici vengono intrappolati e disattivati dal filtro fotocatalitico.

TELECOMANDO:

- **Telecomando ad infrarossi** con display, funzioni: accensione/spegnimento, regolazione temperatura (funzioni accessibili anche a sportello chiuso), timer on/off e impostazione timer settimanale, orologio, regolazione velocità ventilatore, movimento deflettore, impostazione funzionamento in modalità in automatico/ riscaldamento (solo pompa di calore) / raffreddamento / deumidificazione / ventilazione. (Da utilizzare in abbinamento al comando Madoka).
- **Timer settimanale:** permette la programmazione settimanale con 4 operazioni giornaliere.
- Possibilità di **collegamento a comandi centralizzati**.
- **Opzione ON LINE CONTROLLER:** Il dispositivo consente di controllare e programmare l'unità interna tramite applicazione su smartphone o tablet, con l'applicazione "on line controller". L'applicazione è disponibile in varie lingue.

ALTRE FUNZIONI:

- **Riavvio automatico** dopo interruzione di corrente, mantenendo le impostazioni originali.
- **Autodiagnostica**, segnala eventuali malfunzionamenti e anomalie facilitando la manutenzione.
- **Nuova valvola elettronica** di espansione/regolazione in grado di assicurare un funzionamento silenzioso in ogni condizione di funzionamento, completa di motore passo-passo, 2000 posizioni, pilotata da un sistema di controllo a microprocessore con caratteristica PID (proporzionale-integrale-derivativa), in grado di assicurare il controllo della temperatura ambiente con la massima precisione.
- **Sonda di temperatura ambiente** posta sulla ripresa dell'unità. In funzione delle effettive necessità deve essere possibile scegliere se utilizzare la sonda a bordo macchina o a bordo comando remoto a filo, ad essa connessa.
- **Filtro** dell'aria in rete di resina lavabile.
- **5 differenti angoli** di mandata aria.
- **Kit pompa** scarico condensa opzionale.
- **Microprocessore** per il controllo e la gestione completa di autodiagnosi.

- **Dispositivi di sicurezza:** fusibili, fusibile del motore del ventilatore.
- **Alimentazione:** 220~240 V monofase a 50 Hz.
- **Dichiarazione di conformità** alle direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione) e 98/37/EC (direttiva macchine) fornita con l'unità.

Articolo 3.4.5 Controllore centralizzato

Sistema di gestione centralizzato, mini building management system dedicato per il controllo e la gestione di sistemi di climatizzazione VRV, unità per la ventilazione con recupero di calore e trattamento di aria esterna, unità chiller e fan coil, unità per la produzione di acqua calda a bassa ed alta temperatura.

Il sistema permette il controllo di 512 unità interne.

Caratteristiche principali:

Utilizzo semplice da parte dell'utente:

- Installazione a parete.
- Visualizzazione e gestione touch screen tramite finestre.
- Visualizzazione delle unità per lista o per icone; per ciascuna unità è possibile modificare i relativi parametri.
- Riconoscimento automatico dei modelli di unità interne.
- Possibilità di inserimento della pianta dell'edificio.
- Impostazione delle macro-aree del sistema per una gestione a vari livelli.
- Visualizzazione ed invio di messaggi (anche sonori) di errore da parte del sistema. Possibilità di consultare la lista degli errori verificatisi e reperire i dati con estrema facilità.
- Dimensioni: 290 x 243 x 50 mm.
- Peso: 2,4 kg.
- Intervallo di funzionamento: da 0° a 40°C; con meno dell' 85% di umidità relativa.
- Accesso via WEB:
- Accesso remoto tramite connessione internet wireless, via cavo, o 3G
- Visualizzazione di tutte le funzioni e del pannello di controllo tramite WEB.
- Compatibilità con personal computer Windows 7, XP, Vista, Windows 8; monitor da 1024x768 min; motore di ricerca Internet Explorer 11; Firefox 26.0, Chrome 31.0. Flash player 10.1.
- Sono disponibili tutte le funzioni esistenti su ITM.
- Due differenti accessi: amministratore generale o utente comune con eventuali restrizioni impostabili.
- Ricezione di notifiche tramite e-mail ai diretti interessati (possibilità di registrare fino a dieci indirizzi e-mail a cui inviare i messaggi).

Implementazione e potenziamento di varie funzioni di utilizzo dei dati :

- Salvataggio dello storico delle impostazioni, come operazioni, cambi di stato operativo, errori e modifiche effettuate (fino ad un milione di dati immagazzinati); possibilità di identificare l'autore delle impostazioni. Esportazione dei dati su file di testo csv.
- Possibilità di redazione delle impostazioni e dei dati su PC, per poi trasferirli nell' IT manager tramite chiave USB.

Implementazione e potenziamento di varie funzioni di controllo e gestione del sistema:

- Possibilità di collegamento e gestione di unità Convenipack per la refrigerazione, di unità per produzione di acqua calda a bassa e alta temperatura, chiller , lame d'aria, Daikin Altherma flex, unità interne tipo fan coil.
- Setback: il setpoint impostato si riduce (in caldo) o aumenta (in freddo) nei periodi notturni avvicinando la temperatura interna a quella esterna limitando così i consumi.

l'impostazione è disponibile anche in funzione di interblocchi e schedule program.

- Variazione automatica della modalità operativa impostando i valori di set-point. Il tempo di controllo della temperatura effettiva è di cinque minuti o in caso l'utente cambi il setpoint.
- Fino a 500 interblocchi impostabili, che prevedono ONOFF , modalità di funzionamento, attivazione temporizzata, codici di errori
- Schedule program: programmi differenti realizzabili a zone, fino a 100 programmi; differenziazione per le quattro stagioni con fino a venti eventi giornalieri; registrazione fino a cinque giorni speciali, dove per eventi si intendono ONOFF, impostazione setpoint, modalità operativa, setback, restrizioni sul setpoint, velocità del ventilatore ecc.
- Timer extension: Le unità interne possono essere arrestate trascorso un certo tempo predefinito (da min 30 a max 180 min).
- Sliding temperature: evita lo shock termico tra interno ed esterno dell'edificio adeguando il setpoint in raffreddamento alla temperatura esterna.
- Temperature limite: mantenimento della temperatura (sia in caldo che in freddo) per locali non sempre occupati.

Altre caratteristiche:

- Ingressi segnali di allarme
- Ingressi per collegamento con wattmetri per il calcolo dei consumi
- Contatti in uscita tramite interfacce WAGO (Alimentazione: DC24V)
- Otto linee DIIIInet per collegamento del sistema di climatizzazione
- Ingresso USB (fino a 32 GB)
- Possibilità di scelta tra tre differenti salvaschermi.

Opzioni:

DCM601A52 DIII Net Expander:

Adattatore iTM Plus per l'espansione della linea DIIInet (fino a 64 u.i. ciascuno) collegamento fino ad un massimo di 7 adattatori per ciascun iTM

Morsetto per collegamento di altri adattatori DIIInet

Numero quattro contatti di emergenza in ingresso.

DCM002A51:

Software per la ripartizione proporzionale dei consumi su ciascuna UI, zone o gruppi

DCM009A51:

Scheda Bacnet consente ingressi al centralizzatore di tipo Bacnet per il controllo avanzato di apparecchi esterni che utilizzano tale linguaggio.

Alimentazione 220V, 50Hz; potenza massima assorbita 23W

Articolo 3.4.6 Tubazione in rame

Le tubazioni del circuito di distribuzione del fluido frigorigeno dovranno essere in rame disossidato fosforoso senza giunzioni, secondo le specifiche del fornitore delle apparecchiature di condizionamento.

Tutte le tubazioni verranno fornite e poste in opera complete dei sostegni, ottenuti mediante staffe in profilato d'acciaio, e degli opportuni fissaggi. A tale scopo si raccomanda che, per mantenere il corretto allineamento delle tubazioni, il distanziamento degli staffaggi dovrà essere opportunamente determinato sulla base del diametro delle tubazioni stesse.

Le tubazioni dovranno sopportare le pressioni e temperature che si possono verificare in esercizio.

Bisognerà inoltre tenere conto della necessità di evitare la formazione di coppie elettrolitiche all'interconnessione fra le tubazioni ed i componenti principali ed accessori, che possano provocare danni all'impianto. Le saldature dovranno essere effettuate in atmosfera di azoto. Tutte le tubazioni saranno sottoposte ad una prova di pressione per verificare la buona esecuzione delle saldature secondo le specifiche fornite dalla ditta che fornirà le apparecchiature per il condizionamento. Inoltre, prima degli allacciamenti agli apparecchi, le tubazioni saranno convenientemente soffiate onde eliminare sporcizia e grasso.

Prima dell'accensione dei sistemi, la ditta esecutrice dei lavori dovrà eseguire le seguenti operazioni:

“Lavaggio” della rete di distribuzione frigorigena con azoto secco;

Prove di tenuta della rete di distribuzione frigorigena con azoto secco a pressione pari a quella di progettazione verificando che la pressione di carico non scenda per un periodo di almeno 24 ore;

Depressurizzazione della rete di distribuzione frigorigena fino alle condizioni di vuoto (almeno -755 mm Hg);

Rabbocco del gas refrigerante e verifica della corretta quantità di refrigerante come da manuale di installazione della casa di fornitura delle apparecchiature per il condizionamento.

Articolo 3.4.7 Collettori

I collettori tipo REFNET dovranno consentire il collegamento con le tubazioni principali di refrigerante.

Saranno realizzati in rame ricotto, di dimensioni adeguate alla derivazione.

La coibentazione dei collettori sarà realizzata in guscio di poliuretano a cellule chiuse, con collante biadesivo a barriera vapore, e sarà di fornitura della casa costruttrice dei giunti stessi.

I collettori dovranno essere forniti dalla stessa casa di produzione delle apparecchiature per il condizionamento, e dovranno essere dimensionati attenendosi specificatamente alle prescrizioni tecniche della casa suddetta.

Articolo 3.4.8 Tubazioni di scarico della condensa

Le tubazioni utilizzate per lo scarico della condensa dovranno essere in PVC rigido. I raccordi delle tubazioni in PVC dovranno essere, con giunzioni a bicchiere.

Le tubazioni, con diametro di 25, 32, 40 e 50 mm, dovranno mantenere una pendenza di almeno 1/1,5% per consentire il corretto deflusso delle acque di condensa e dovranno prevedere, possibilmente in prossimità dei punti di scarico, un pozzetto sifonato per evitare la possibile presenza di odori sgradevoli. Le linee della condensa per le unità interne poste nel controsoffitto, dovranno essere posizionate verificando la pendenza e scaricheranno in corrispondenza delle colonne di scarico verticali.

Articolo 3.4.9 Recuperatori di calore per il trattamento dell'aria esterna

Il progetto prevede l'installazione di n. 1 recuperatore di calore all'interno del locale spogliatoio per il rinnovo dell'aria negli ambienti di lavoro. L'unità verranno installate a soffitto, secondo le modalità indicate negli elaborati di progetto. Tale unità dovrà essere sorretta da adeguati supporti secondo le indicazioni del produttore.

Prima di procedere all'installazione dell'unità dovrà essere verificato che i punti di fissaggio siano idonei a sostenere il peso dell'unità e dovranno essere rispettate scrupolosamente le distanze di sicurezza tra le unità ed altre apparecchiature, strutture ed ostacoli in genere.

Inoltre dovranno essere verificati gli spazi tecnici necessari al passaggio dei cavi per l'alimentazione elettrica, al passaggio delle canalizzazioni metalliche di mandata e di ripresa, ed alle corrette operazioni di manutenzione e pulizia, senza i quali il buon funzionamento dell'unità non è garantito.

In ogni caso l'installazione di tale unità deve essere eseguita conformemente alle istruzioni tecniche per l'installazione, la regolazione, l'uso e la manutenzione elaborate dal fornitore.

Ogni apparecchio dovrà essere fornito completo di libretto con sopra riportate le istruzioni di uso e manutenzione.

Le caratteristiche tecniche sono le seguenti:

Unità di ventilazione primaria con recupero di calore totale (sensibile + latente), umidificazione e trattamento termico, per installazione interna, integrabile in sistemi VRV a R410A costituita da:

Carrozzeria in lamiera d'acciaio zincata, dotata di isolamento in schiuma uretanica

autoestinguente; canali di connessione dell'aria in ingresso ed in uscita dalla macchina delle dimensioni di 263 mm; filtri di depurazione dell'aria in vello fibroso pluridirezionale. Quadro elettrico e attacchi delle tubazioni del refrigerante e dell'acqua in posizione laterale con accesso facilitato per le operazioni di installazione e manutenzione. Dimensioni di 680x2100x1400 mm (AxLxP) e peso non superiore a 150 kg.

Valvola di laminazione e regolazione dell'afflusso di refrigerante con motore passo-passo, 2000 passi, pilotata da un sistema di controllo a microprocessore che ne regola il grado di apertura raccogliendo i dati provenienti dai termistori sulla temperatura dell'aria interna ed esterna, sulla temperatura della linea del liquido e della linea del gas e sulla temperatura dell'aria all'ingresso della batteria.

2 Ventilatori tangenziali di tipo Sirocco (uno sull'aria di immissione e uno sull'aria di ripresa) a tre velocità trascinati da motori ad induzione bifase tramite circuito derivato permanente artificialmente sfasato, con condensatore del tipo aperto. Prevalenza di 110 Pa, portata d'aria di 3100 m³/h, livello di pressione sonora dell'unità non superiore a 60 dB(A) (velocità Alta).

Scambiatore di calore costituito da tubi di rame internamente rigati HI-X Cu ed alette incrociate in alluminio ad alta efficienza, due ranghi, dodici tubi, passo alette di 2,2 mm, superficie frontale di 0,165.

Pacco di scambio termico in carta ininfiammabile con trattamento speciale ad alta efficienza, in posizione per accesso facilitato per le operazioni di installazione e manutenzione.

Possibilità di scelta tra 15 diverse curve prevalenza-portata, riducendo l'utilizzo di serrande e permettendo di raggiungere prevalenze maggiori delle nominali.

Evita le dispersioni di calore dovute a ventilazione eccessiva, mantenendo la qualità dell'aria interna grazie all'integrazione con il sensore di CO₂ opzionale per una maggiore qualità dell'aria.

Possibilità di inserimento ventilatore esterno in sinergia con il recuperatore di calore.

Serranda di by-pass motorizzata per raffrescamento nelle mezze stagioni (free-cooling), attraverso la sola ventilazione senza recupero di calore.

Modalità Fresh Up per il l'impostazione della portata d'aria di immissione e di ripresa e la possibilità di variare la pressione del locale servito.

Umidificatore integrato ad evaporazione naturale, per il trattamento igrometrico dell'aria di immissione, comandato da una valvola a solenoide che regola l'afflusso dell'acqua e dotato di vaschetta di scarico; il funzionamento dell'umidificatore è tale da evitare il ristagno dell'acqua nella macchina. Possibilità di collegare un umidificatore esterno, impostando il valore di umidità desiderato. Capacità di umidificazione di 5.4 kg/h per temperatura interna 20° C BS/ 15° C BU, temperatura esterna 7° C BS/ 6° C BU.

Consumo ridotto grazie all'impiego dei ventilatori in CC.

Comando a filo (opzionale) con display a cristalli liquidi per la visualizzazione delle funzioni e pulsante per on/off dell'unità con spia di funzionamento, sportellino di accesso ai tasti di controllo della modalità di funzionamento (automatico, scambio termico, by-pass), della portata di ventilazione (bassa, alta, immissione forzata (ambiente in pressione), estrazione forzata (ambiente in depressione), timer on/off, tasto di ispezione/prova, tasto di reset pulizia filtro.

Efficienza di recupero di calore sensibile del 74%; efficienza di recupero di calore totale di (raffreddamento/riscaldamento) 62/65 %.

Alimentazione: 220~240 V monofase a 50 Hz.

Collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.

Gestione del funzionamento via web tramite collegamento a comando centralizzato.

Possibilità di interfacciamento con bus di comunicazione per sistemi BMS (Building Management Systems) a protocollo LONworks® e BACnet.

Attacchi delle tubazioni del refrigerante del diametro di 6,4 mm (liquido) e 12,7 mm (gas)

Attacco dell'acqua per l'umidificatore del diametro di 6,4 mm (ingresso acqua); scarico condensa MPT3/4.

Condizioni di funzionamento aria esterna da -15°C a +40°CBS con massimo 80% di umidità relativa.

Dichiarazione di conformità alle direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione) e 98/37/EC (direttiva macchine) fornita con l'unità.

Articolo 3.4.10 Canali in lamiera zincata a sezione rettangolare

La distribuzione dell'aria avverrà tramite un sistema di canali di mandata e di ripresa in acciaio zincato a sezione rettangolare che transiteranno all'interno dei controsoffitti.

I canali dovranno essere realizzati mediante piegatura delle lamiere e graffatura longitudinale dei bordi. Non saranno ammesse giunzioni longitudinali con sovrapposizione dei bordi e rivettatura.

Le giunzioni longitudinali saranno esclusivamente del tipo:

Aggraffatura pittsburgh (giunzione tasca e piega). Questo sistema è compatibile sia per le condotte rettilinee che per i pezzi speciali. Impiegabile per la costruzione di condotte con spessori delle lamiere fino a 12/10 mm.

Ne caso in cui la lamiera abbia uno spessore inferiore a 1 mm potrà essere eseguita anche la giunzione tipo a "scatto" (button punch snap lock).

Tra i sistemi di giunzione trasversale da utilizzare per congiungere tra loro i singoli elementi di condotte si dovranno eseguire:

Giunzioni a flangia profilata riportata. La flangia in profilato zincato va assicurata alla parete della condotta mediante fissaggio meccanico ottenuto tramite rivettatura con rivetti ciechi o punzonatura. È prescritto l'impiego di morsetti di serraggio delle flange che vanno posti su tutti i lati delle condotte a intervalli di 400 mm.

Giunzioni a baionetta scorrevole. Questo sistema potrà essere impiegato per la costruzione di condotte di piccole dimensioni. La giunzione a baionetta viene realizzata direttamente sui bordi della condotta, con piegatura a 180° e inserimento di un profilo scorrevole per tutta la lunghezza del perimetro. Non avendo grande affidabilità dal punto di vista meccanico, questo sistema richiede opportuni accorgimenti per quanto riguarda la tenuta e la ripartizione dello staffaggio.

Poiché le giunzioni trasversali rappresentano una sensibile causa di perdita per fughe d'aria, in ogni caso si dovrà ricorrere all'applicazione di sigillanti e di guarnizioni di tenuta nella fase di assemblaggio dei singoli elementi.

I cambiamenti di direzione dovranno essere eseguiti mediante curve ad ampio raggio, con rapporto non inferiore ad 1,25 fra il raggio di curvatura e la dimensione della faccia del canale parallela al piano di curvatura; qualora per ragioni di ingombro fosse necessario eseguire curve a raggio stretto, le stesse

dovranno essere munite internamente di alette defletttrici per il convogliamento dei filetti di aria allo scopo di evitare fenomeni di turbolenza.

Quando in una canalizzazione intervengano cambiamenti di sezione, di forma, oppure derivazioni, i condotti di differenti caratteristiche dovranno essere collegati fra loro mediante pezzi speciali di raccordo.

Le giunzioni dovranno essere sigillate oppure munite di idonee guarnizioni per evitare perdite di aria nelle canalizzazioni stesse.

I canali saranno sostenuti da appositi supporti con intervalli di non più di 4 metri se il lato maggiore del condotto è inferiore ad 1 metro, e ad intervalli di non più di 2 metri se il lato maggiore del condotto è superiore ad 1 metro.

Gli accessori quali: serrande di taratura, serrande tagliafuoco, diffusori, le eventuali batterie a canale, ecc., saranno sostenuti in modo autonomo in modo che il loro peso non gravi sui canali.

I canali saranno dotati, ove indicato dalla Direzione Lavori, degli appositi punti di controllo per le sonde anemometriche e di portelli d'ispezione per la pulizia ed il controllo distribuiti lungo il percorso come previsto dalla norma EN 12097 e dalle "Linee guida pubblicate in G.U. del 3/11/2006 relative alla manutenzione degli impianti aeraulici".

I portelli potranno essere realizzati utilizzando lo stesso pannello in lamiera che forma il canale, in combinazione con gli appositi profili. I portelli saranno dotati di guarnizione che assicuri la tenuta pneumatica.

Tutte le parti metalliche non zincate quali supporti e staffe, dovranno essere pulite mediante spazzola metallica e successivamente protette con verniciatura antiruggine.

I collegamenti tra le unità di climatizzazione ed i canali aria saranno realizzati mediante appositi giunti antivibranti, allo scopo di isolarli dalle vibrazioni. I canali saranno supportati autonomamente per evitare che il peso del canale stesso venga trasferito sugli attacchi flessibili. Inoltre il collegamento con l'unità di trattamento aria renderà possibile la disgiunzione per la normale manutenzione dell'impianto. Qualora i giunti antivibranti siano posti all'esterno, questi saranno impenetrabili all'acqua.

Tutte le aperture dei canali verso l'esterno, espulsione, presa d'aria esterna ecc., saranno provvisti di apposita griglia antivolatile.

Articolo 3.4.11 Coibentazione termica per canali a sezione rettangolare

Il materiale isolante verrà incollato sui canali mediante appositi collanti e comunque come prescritto dalla casa costruttrice, ulteriormente assicurato al canale mediante reggette metalliche poste ad interasse non superiore a 1 m.

L'esecuzione dell'isolamento dovrà rispettare tassativamente il manuale di montaggio della ditta costruttrice dell'isolamento e in ogni caso dovrà essere conforme alla norma UNI EN 14114

Articolo 3.4.12 Comando locale a filo

Per il controllo delle unità interne dell'impianto VRV sono previsti dei comandi a filo all'interno di ogni ambiente. Il comando a filo dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Schermo a cristalli liquidi LCD con accesso ai sottomenù principali tramite pulsante a sfioramento, collegamento all'unità interna con cavo bifilare fino ad una distanza di 500m, permette il controllo fino a 16 unità, funzione di autodiagnosi e monitoraggio del sistema, dotato di termostato interno, colore a scelta bianco (W), nero (K) o argento (S) con estetica moderna.

Possibilità di impostazione di limiti di funzionamento massimo e minimo, funzione attivabile manualmente o con timer programmatore, orologio con indicazione del giorno e dell'ora in tempo reale, timer programmatore settimanale, modalità di Leave Home (protezione antigelo), permette, in caso di assenza, il mantenimento della temperatura interna ad un livello preimpostato, possibilità di selezionare diversi livelli di abilitazione dei pulsanti.

Controllo del climatizzatore con sistemi operativi Bluetooth Low Energy 4.2, Android 5.0, Apple iOS 8.0 o successivi tramite applicazione su smartphone.

Le funzioni base anche tramite smartphone presenti sull'interfaccia utente sono:

- On/Off
- Modalità funzionamento
- Impostazione della temperatura
- Impostazione della velocità del ventilatore
- Regolazione della direzione del flusso d'aria
- Segnale filtro sporco
- Codici di errore

Impostazioni avanzate tramite smartphone, tra cui:

- Limitazione dell'intervallo di temperatura
- Funzione riduzione della temperatura
- Impostazione del sensore di presenza
- Indicazione dei kWh, mostra i consumi elettrici indicativi del giorno/mese/anno
- Timer spegnimento automatico
- Funzione di limitazione del set-point
- Limitazioni delle singole funzioni del menù

Messa in servizio e manutenzione tramite smartphone, tra cui:

- Impostazioni indirizzi
- Duty rotation
- Back up
 - Funzione **DUTY ROTATION integrata**, consente ad esempio in un locale server, l'alternanza temporizzata di due climatizzatori. Intervalli da 6h, 12h, 24h, 48h, 72h, 96h, settimanale. (solo unità Sky)
 - Funzione **BACK UP integrata**, consente, ad esempio in un locale server, l'avvio di un secondo climatizzatore a seguito del blocco del primo. (solo unità Sky)
 - Posizione strategica della sonda per rilevare la temperatura ambiente con la minor influenza derivante da fattori esterni.
 - Presenza di istruzioni chiarificatrici su schermo durante la navigazione.
 - Possibilità di scelta tra la visualizzazione standard o dettagliata.
 - Possibilità di inserire tre programmazioni "tipo" come invernale, estiva e di mezza stagione.
 - Timer settimanale comprendente 5 possibili funzioni quotidiane e possibilità di inibire tale programmazione in alcuni giorni della settimana.
 - Per interruzione di alimentazione di durata minore di 48 ore vengono mantenute le operazioni impostate.
- **Un indicatore mostra traccia dei consumi indicativi nel periodo precedente (anno/mese/giorno).**
- **Compatibilità con scheda BRP7A** consente il dialogo tra unità interna, contatto finestra e contatto badge (per applicazione alberghiera)
 - Timer spegnimento automatico dello schermo: dopo un periodo di tempo preimpostato (10, 30 o 60 min), consente un risparmio energetico.
 - Limitazione dell'intervallo di temperatura impostabile (massimo e minimo), consente di risparmiare evitando il surriscaldamento o l'eccessivo raffreddamento dei locali.
 - Disponibile in 11 lingue differenti: Inglese, Francese, Portoghese, Italiano, Tedesco, Turco, Greco, Russo, Spagnolo, Olandese, Polacco, Ceco, Croato, Ungherese, Romeno, Sloveno, Bulgaro, Albanese, Slovacco
 - Funzione "assenza da casa" consente di mantenere la temperatura interna sopra i 10°C in assenza degli utenti.
 - Modalità di visualizzazione semplificata o dettagliata.

- Orologio con aggiornamento automatico dell'ora legale.
- Retro illuminazione dello schermo.
- Impostazione automatica dell'ora legale.
- Modalità "quiet" consente di ridurre la rumorosità.
- Dimensioni (mm) : 85 x 85 x 25.
- Peso: 110g.
- Range operativo temperatura: (-10°C ; +50°C); umidità minore del 95%.

Articolo 3.4.13 Unità a pompa di calore per la sala "CED"

Per i motivi espressi al capitolo "1.13 IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO" si è previsto l'utilizzo di una pompa di calore indipendente dall'impianto VRV a servizio dell'intera palazzina con unità interna del tipo split a parete con ventilatore controllato ad inverter, con R32, a pompa di calore, caratterizzate da:

Utilizzo del refrigerante R32, singolo componente e facile da riciclare. Con una altissima efficienza grazie anche ad una bassa viscosità e densità, con un valore pari a 675 sull'impatto ambientale in termini di GWP.

Tecnologia inverter che riduce il tempo di messa a regime e si adatta ai cambiamenti delle condizioni ambientali interne ed esterne evitando continui on/off e riducendo i consumi di elettricità fino al 30%.

Pannello frontale curvo e liscio, di estetica moderna e colore bianco cristallo che permette una riduzione dell'effetto sonoro, una migliore distribuzione dell'aria in quanto previene il ricircolo dell'aria calda e una pulizia dell'unità senza doverla rimuovere.

Copertura in materiale plastico, frontale removibile dal corpo macchina, griglia di mandata dotata di deflettore automatico, attacchi refrigerante e scarico condensa sul lato posteriore, disponibile nella colorazione bianca. Pannello di controllo sul fronte macchina con interruttore on/off.

Ventilatore a flusso incrociato, velocità a 5 gradini + automatico + silent.

COMFORT:

Unità ultrasilenziosa quasi impercettibile all'orecchio umano.

Modalità Comfort: garantisce un funzionamento senza correnti d'aria. In raffreddamento l'aletta si posiziona orizzontalmente per impedire che il flusso d'aria fredda sia direzionato verso l'utente. In riscaldamento l'aletta ruota verticalmente verso il basso per portare l'aria calda nella parte bassa della stanza creando una situazione di massimo comfort.

Funzione silenziosa: dell'unità interna garantisce una rumorosità minima con riduzione del rumore fino a 3 dB(A).

Modalità Powerful: riscalda rapidamente il locale portandolo alla temperatura desiderata, successivamente la funzione si disattiva automaticamente.

Commutazione automatica raffreddamento-riscaldamento in base alla temperatura impostata.

FUNZIONI ECONO:

Modalità econo: questa funzione riduce la potenza assorbita, rendendola disponibile per altre applicazioni. Consente un elevato risparmio energetico.

Sensore a due aree di azione dirige il flusso d'aria verso una zona diversa da cui si trova l'occupante, rilevando la presenza in due direzioni spaziali. Se non viene rilevata la presenza di utenti per un periodo superiore ai 20 minuti, il sistema passerà alla modalità risparmio energetico.

Risparmio energetico in stand-by: se non viene rilevata la presenza di utenti per un periodo superiore ai 20 minuti, il sistema passerà alla modalità risparmio energetico.

Modalità notturna: controlla la temperatura evitando che salga o scenda eccessivamente durante la notte.

PORTATA D'ARIA:

Flusso d'aria tridimensionale: utilizza il movimento oscillatorio verticale e orizzontale per assicurare la circolazione di aria anche in ambienti di grandi dimensioni. Possibilità di impostare la selezione automatica della velocità del ventilatore.

TRATTAMENTO ARIA:

Tecnologia Flash Streamer: Genera un flusso di elettroni ad alta velocità che decompone virus, batteri, odori e allergeni.

Filtro fotocatalitico aria in titanio, rivestito in apatite per eliminare batteri, polveri e muffe.

Con un sistema di filtrazione a 4 stadi gli elementi inquinanti organici vengono intrappolati e disattivati dal filtro fotocatalitico.

TELECOMANDO:

Telecomando ad infrarossi con display, funzioni: accensione/spegnimento, regolazione temperatura (funzioni accessibili anche a sportello chiuso), timer on/off e impostazione timer settimanale, orologio, regolazione velocità ventilatore, movimento deflettore, impostazione funzionamento in modalità in automatico/ riscaldamento (solo pompa di calore) / raffreddamento / deumidificazione / ventilazione.

Timer settimanale: permette la programmazione settimanale con 4 operazioni giornaliere.

Possibilità di collegamento a comandi centralizzati.

Possibilità di controllo da comando a filo opzionale.

ON LINE CONTROLLER: Il dispositivo consente di controllare e programmare l'unità interna tramite applicazione su smartphone o tablet, con l'applicazione "on line controller". L'applicazione è disponibile in varie lingue.

ALTRE FUNZIONI:

Riavvio automatico dopo interruzione di corrente, mantenendo le impostazioni originali.

Autodiagnostica, segnala eventuali malfunzionamenti e anomalie facilitando la manutenzione

Scambiatore di calore con tubi di rame rigati internamente, alette in alluminio ad alta efficienza.

Bacinella condensa completa di tubo di scarico isolato.

Microcomputer per il controllo della temperatura ambiente.

Morsettiera a 3 cavi + terra per l'alimentazione monofase dell'unità e il collegamento alla sezione esterna.

Titolo 3.5 Impianto fotovoltaico

Articolo 3.5.1 Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni del DM 37/2008, del D. Lgs. 81/2008 e loro successive modifiche e integrazioni.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di sicurezza delle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco e delle Autorità Locali.

Articolo 3.5.2 Moduli fotovoltaici

Il generatore fotovoltaico sarà composto da moduli con celle appartenenti alla seguente tipologia:

- Silicio monocristallino

Moduli in silicio mono o poli cristallino.

I moduli saranno realizzati in esecuzione a doppio isolamento (classe II), completi di cornice di alluminio anodizzato e cassetta di giunzione elettrica con grado di protezione non inferiore a IP55, in materiale isolante, con diodi di By-pass, alloggiata nella zona posteriore del pannello.

I moduli saranno costruiti secondo quanto specificato dalle vigenti norme IEC 61215. La protezione frontale per i pannelli in policristallino o monocristallino è costituita da un vetro a basso contenuto di sali ferrosi, temprato per poter resistere senza danno ad urti e grandine.

I moduli dovranno assicurare le seguenti caratteristiche minime:

- Tipo celle: mono cristallino;
- N. di Celle: 120
- Dimensioni: 1900x1134x30 mm
- Front Glass: Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
- Pmax: 470Wp
- Vmp: 35.05V
- Module Efficiency STC (%): +/- 21.78

Orientamento ed inclinazione dei moduli fotovoltaici

I pannelli fotovoltaici saranno installati complanari alla copertura dei capannoni ancorati su struttura di sostegno e avranno inclinazione 0° e orientamento +45°.

3.5.1 Gruppo di conversione

E' prevista l'installazione di (tot. n.14 inverter) no. 6 Inverter nell'area del pretrattamento e no. 8 Inverter nell'area della sezione depurativa.

L'Inverter dovrà garantire le seguenti caratteristiche tecniche minime:

Dati tecnici

Sunny Tripower 20000TL

Ingresso (CC)

Potenza del generatore fotovoltaico max. 36000 Wp

Potenza nominale CC 20440 W

Tensione d'ingresso max 1000 V

Range di tensione MPP / tensione nominale d'ingresso 320 V a 800 V / 600 V

Tensione d'ingresso min. / tensione d'ingresso d'avviamento 150 V / 188 V

Corrente d'ingresso max. ingresso A / ingresso 33 A / 33 A

Corrente di cortocircuito max. ingresso A / ingresso 43 A / 43 A

Numero di ingressi MPP indipendenti / stringhe per ingresso MPP 2 / A:3; B:3

Uscita (CA)

Potenza massima (a 230 V, 50 Hz) 20000 W

Potenza apparente CA max. 20000 VA

Tensione nominale CA 3 / N / PE; 220 V / 380 V; 3 / N / PE; 230 V / 400 V; 3 / N / PE; 240 V / 415 V

Range di tensione CA 180 V bis 280 V

Frequenza di rete CA / range 50 Hz / 44 Hz a 55 Hz; 60 Hz / 54 Hz a 65 Hz

Frequenza di rete nominale / tensione di rete nominale 50 Hz / 230 V

Corrente d'uscita max / corrente d'uscita nominale 29 A / 29 A

Fattore di potenza alla potenza massima 1 / 0 sovraeccitato a 0 sottoeccitato

THD $\leq$ 3 %

Fasi di immissione / fasi di collegamento 3 / 3

Articolo 3.5.3 Strutture di sostegno

I pannelli saranno corredati di idonea struttura di sostegno per collegamento piano al solaio di copertura

Articolo 3.5.4 Prescrizioni riguardanti i circuiti – Cavi e conduttori**a) Isolamento dei cavi:**

i cavi utilizzati per il cablaggio del sistema elettrico fotovoltaico devono essere adatti a tensione nominale (U_0/U) in c.c. non inferiore a 1500 V;

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

b) colori distintivi dei cavi:

i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

c) cavi elettrici per impianti fotovoltaici (operanti in c.c.)

i conduttori utilizzati per il cablaggio del sistema elettrico fotovoltaico, installati in esterno, saranno del tipo non propagante l'incendio in conformità alle norme CEI 20-22 ed in particolare: tipo FG21M21, cavo per applicazioni solari, per il collegamento dei moduli fotovoltaici agli string-box di sotto-campo e tipo FG7(O)R per le altre connessioni.

d) sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse:

le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

- 0,75 mm² per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm² per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW;

e) sezione minima dei conduttori di neutro:

la sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere inferiore rispetto a quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), allorché la corrente massima (compre eventuali armoniche) che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla corrispondente corrente ammissibile per la sezione ridotta del neutro;

f) sezione dei conduttori di protezione, di terra ed equipotenziali:

la sezione dei conduttori di terra, protezione ed equipotenziali, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti e tra loro le masse, non deve essere inferiore a quella indicata nelle tabelle seguenti, estrapolate dalle norme CEI 64-8/5, con le seguenti accortezze:

- quando un conduttore di protezione è comune a più circuiti la sua sezione deve essere dimensionata sulla base del circuito di sezione maggiore;
- qualora i materiali del conduttore di fase e di protezione siano differenti la sezione del conduttore di protezione va dimensionata in modo da avere una conduttanza equivalente a quella ottenuta dall'applicazione della tabella.

SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE (PE)

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio mm ²	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm ²	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm ²
minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI DI TERRA (CT)

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	Sezione minime come per i conduttori di protezione	16 mm ² (rame o ferro zincato*)
Non protetti contro la corrosione		25 mm ² (rame) 50 mm ² (ferro zincato*)

*Zincatura conforme a norma CEI 7-6 o rivestimento equivalente.

SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

Tipo di conduttore	Sezione minima
EQP	Non inferiore a $\frac{1}{2}$ di quella del PE principale con un minimo di 6mm^2 . Per conduttori in rame non è richiesta una sezione maggiore di 25mm^2 , per gli altri materiali una sezione equivalente ai 25mm^2 in rame.
EQS tra due masse	Non inferiore a quella minima tra le sezione dei PE delle due masse.
EQS tra massa e massa estranea	Non inferiore a $\frac{1}{2}$ di quella del PE della massa, con un minimo di $2,5\text{mm}^2$ se protetto meccanicamente e 4mm^2 in caso contrario.
EQS tra masse estranee o all'impianto di terra	Non inferiore a $2,5\text{mm}^2$ se protetto meccanicamente e 4mm^2 in caso contrario.

In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8.

Nei sistemi TN-C il conduttore PEN, che svolge tanto funzioni di conduttore di protezione che di neutro, in accordo alla norma CEI 64-8 deve rispettare i seguenti requisiti:

- Sezione non inferiore a 10mm^2 se in rame o 16mm^2 se in alluminio;
- Divieto di installazione di dispositivi di sezionamento e comando;
- Isolamento previsto per la tensione più elevata alla quale può essere soggetto.

g) *Propagazione del fuoco lungo i cavi:*

i cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22.

h) *Provvedimenti contro il fumo:*

allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti a impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

i) *Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi:*

qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi.

Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-38.

Articolo 3.5.5 Verifiche dell'impianto di terra

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra per gli impianti di distribuzione dell'energia elettrica, secondo le modalità delle norme vigenti. Si ricorda che per gli impianti soggetti alla disciplina del Dpr 462/2001 e D.Lgs. 81/2008, il datore di lavoro responsabile dell'impianto deve effettuare la denuncia degli stessi all' ASL o all' ARPA territorialmente competenti, o allo Sportello Unico per le attività produttive a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e copia della dichiarazione di conformità rilasciata dall'installatore.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni. Occorre inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che andrà effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto non sarà inferiore a 40m. La sonda di tensione verrà spostata progressivamente dal dispersore in prova verso l'ausiliario fino a quando per piccoli spostamenti non corrispondano. Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;
- controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale;
- misure delle tensioni di contatto e di passo.

Articolo 3.5.6 Garanzia degli impianti

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire gli impianti eseguiti per un periodo di 12 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

Si intende per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo che incombe alla Ditta appaltatrice di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica e tenuto presente quanto espresso ai paragrafi 1, 2 e 3 dell'art. 44, tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero manifestare negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali utilizzati o per difetto di montaggio. Per i moduli fotovoltaici vale quanto specificato al paragrafo 9.3.1 in merito al mantenimento nel tempo della potenza dichiarata.

Titolo 3.6 Impianto di illuminazione

I valori medi d'illuminazione da conseguire e da misurare - entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori - su un piano orizzontale posto a 0,80 m dal pavimento, in condizioni d'alimentazione normali, devono essere corrispondenti a quanto indicato nelle Norme UNI-EN 12464-1 e 2. Per quanto non contemplato si rimanda alle Raccomandazioni Internazionali CIE. Negli ambienti chiusi è ammesso sul piano orizzontale a 0,80m dal pavimento, un coefficiente di disuniformità (inteso come rapporto tra i valori massimo e minimo d'illuminazione) non superiore a 2. Ove l'Affidatario intenda che per qualche ambiente il coefficiente di disuniformità debba avere valore diverso, dovrà farne esplicita richiesta. In linea generale, ambienti adiacenti, fra i quali si hanno frequenti passaggi di persone dall'uno all'altro, non solo dovranno di norma avere differenze nei valori medi d'illuminazione inferiori al 50%, ma la qualità dell'illuminazione dovrà essere la stessa o simile.

All'aperto, il coefficiente di disuniformità può raggiungere più elevati valori, fino a un massimo di 8, salvo particolari prescrizioni al riguardo.

Articolo 3.6.1 Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi devono essere dotati di schermi che possono avere compito di protezione e chiusura e/o di controllo ottico del flusso luminoso emesso dalla lampada.

Gli apparecchi devono essere in genere a flusso luminoso diretto per un miglior sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, l'amministrazione appaltante potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indiretto o totalmente indiretto.

Articolo 3.6.2 Illuminazione interna

All'interno dei capannoni dovranno essere impiegate campane industriale con sorgente LED ad alta efficienza energetica, ubicate secondo i disegni di progetto.

Al fine di garantire una uniformità di illuminazione ed i livelli minimi di illuminamento valutati in progetto, le campane industriali da impiegare per l'illuminazione interna dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- sorgente luminosa costituita dalla combinazione di più moduli LED
- flusso apparecchio (per le zone di trattamento) non inferiore a 32.175 lm;
- flusso apparecchio (per le zone di deposito e/o stoccaggio) non inferiore a 11.989 lm;
- indice di resa cromatica (CRI) non inferiore a 80;
- temperatura di colore 4000K;
- ottica simmetrica extra diffondente costituita da lenti in tecnopolimero ad elevata trasmittanza della luce e diffusore gruppo ottico integrato in tecnopolimero trasparente stabilizzato agli UV ed al calore.
- apparecchi con predisposizione per essere cablati in emergenza;

Inoltre, dovranno essere garantite le seguenti caratteristiche costruttive:

- corpo in alluminio pressofuso verniciato polvere poliestere;
- guarnizione in silicone anti-invecchiamento, ad elevata capacità di ritorno elastico;
- connessione elettrica tramite connettore rapido presa-spina esterno IP66 che consente la connessione alla rete senza aprire il corpo illuminante, realizzato in PA66 con contatti in ottone argentato, per cavi Ø 9 - Ø 12 mm;
- gancio di sospensione in acciaio zincato viteria esterna in acciaio inox.

3.6.1 Illuminazione esterno capannoni

All'esterno dei capannoni dovranno essere impiegate proiettori con sorgente LED ad alta efficienza energetica, ubicati secondo i disegni di progetto.

Al fine di garantire una uniformità di illuminazione ed i livelli minimi di illuminamento valutati in progetto, le plafoniere da impiegare per l'illuminazione interna dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- sorgente luminosa costituita dalla combinazione di più moduli LED
- flusso apparecchio non inferiore a 27.504 lm;
- indice di resa cromatica (CRI) non inferiore a 80;
- temperatura di colore 4000K;
- ottica asimmetrica diffondente composta da riflettori ad altissime prestazioni in alluminio placcato 99,99%, brillantato, ossidato e privo di iridescenza e diffusore in vetro piano extra chiaro di sicurezza temprato con riflettori specificatamente studiati per contesti dove sono necessarie distribuzioni luminose con un'elevata asimmetria.

Inoltre, dovranno essere garantite le seguenti caratteristiche costruttive:

- corpo in alluminio pressofuso verniciato polveri poliestere previo trattamento di conversione chimica superficiale;

- guarnizione in silicone anti-invecchiamento;
- pressacavo antistrappo M20x1.5 per cavi Ø 10 - Ø 14 mm
- viteria esterna in acciaio inox
- clip in alluminio con molla inox;

staffa in acciaio verniciata con polveri poliestere previa cataforesi.

3.6.2 Illuminazione area esterna

La viabilità esterna, ove non sufficientemente illuminata dai proiettori a perimetro dei capannoni, sarà illuminata con l'impiego di proiettori con sorgente LED ad alta efficienza energetica, installati su pali da 6,00 m fuori terra ed ubicati secondo i disegni di progetto.

Al fine di garantire una uniformità di illuminazione ed i livelli minimi di illuminamento valutati in progetto, le plafoniere da impiegare per l'illuminazione interna dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- sorgente luminosa costituita dalla combinazione di più moduli LED
- flusso apparecchio non inferiore a 17.517 lm;
- indice di resa cromatica (CRI) non inferiore a 80;
- temperatura di colore 4000K;
- ottica asimmetrica diffondente composta da riflettori ad altissime prestazioni in alluminio placcato 99,99%, brillantato, ossidato e privo di iridescenza e diffusore in vetro piano extra chiaro di sicurezza temprato;

Inoltre, dovranno essere garantite le seguenti caratteristiche costruttive:

- corpo in alluminio pressofuso verniciato polveri poliestere previo; trattamento di conversione chimica superficiale;
- guarnizione in silicone anti-invecchiamento;
- pressacavo antistrappo M20x1.5 per cavi Ø 10 - Ø 14 mm;
- viteria esterna in acciaio inox;
- clip in alluminio con molla inox;

staffa in acciaio verniciata con polveri poliestere previa cataforesi.

Titolo 3.7 Cablaggio strutturato Reti LAN

Articolo 3.7.1 Definizioni

Una LAN è un sistema di comunicazione che permette ad apparecchiature indipendenti di comunicare tra di loro, entro un'area delimitata, utilizzando un canale fisico a velocità elevata e con basso tasso d'errore. In generale, anche se non unicamente, le reti LAN utilizzano l'infrastruttura di telecomunicazioni rappresentata dal cablaggio strutturato. La sintesi del quadro normativo per la progettazione e realizzazione di questa infrastruttura con tutti i riferimenti specifici applicabili è contenuto nella Guida CEI 306-10. In particolare le Norme relative ai criteri di installazione sono contemplate nella norma CEI EN 50174-2 e CEI EN 50174-3 (quest'ultima è da considerare nei limiti del campo di applicazione del DM 37/08).

Nell'ottica della sicurezza si farà anche riferimento alla norma CEI EN 50310 (Prescrizioni per il collegamento equipotenziale) e poiché la produzione della Dichiarazione di Conformità ai sensi del DM 37/08 presuppone l'esito positivo di verifiche, si indica anche la CEI EN 50346 (Prova del cablaggio installato).

Le prestazioni installative generali a cui si presterà attenzione sono dettate dalla norma CEI EN 50173-1. La *categoria* attesta le caratteristiche trasmissive del singolo componente, escludendo il contesto installativo. La *classe*, invece, è riferita alle prestazioni di ogni singola linea.

Articolo 3.7.2 Requisiti e norme di riferimento

Le principali proprietà e caratteristiche delle reti locali dovranno essere:

- l'elevata velocità
- le basse probabilità di errore
- l'elevata affidabilità
- l'espansibilità

La topologia di una rete locale indica come le diverse stazioni sono collegate al mezzo trasmissivo. Le principali topologie della rete locale saranno:

- a stella
- ad anello
- a bus o dorsale
- ad albero

Il cablaggio strutturato dovrà integrare i principali sistemi di distribuzione di segnali in un edificio: telefonia e rete dati. Dovrà eliminare costi rilevanti di modifica dell'impianto conseguenti alla dinamica di utilizzo futuro dell'edificio e l'estensione ad altri sistemi che trasmettono e ricevono segnali su una infrastruttura fisica comune.

Le reti dovranno inoltre essere conformi alle norme accettate a livello nazionale ed internazionale ed essere in grado di evolvere in modo da crescere nel tempo secondo le esigenze della committenza senza significativi cambiamenti strutturali.

Per la realizzazione di un cablaggio strutturato ad elevate prestazioni, oltre alla qualità propria dei componenti, è indispensabile garantire una corretta installazione di tutti i componenti. Le infrastrutture dei cablaggi secondo lo standard CEI EN 50174 richiedono la predisposizione di opere edilizie adeguate, quali:

- spazi dedicati per l'installazione degli armadi
- canalizzazioni per il cablaggio di dorsale
- canalizzazioni per il cablaggio orizzontale

Le canalizzazioni per il cablaggio orizzontale, generalmente, rappresentano uno dei fondamentali problemi in fase di realizzazione dell'impianto; ad esempio, l'incongruenza tra le predisposizioni realizzate e le necessità di posa secondo l'architettura di rete voluta. Un efficace coordinamento tra lavori edili e predisposizione delle tubazioni per il cablaggio strutturato risolverà questo genere di problematiche. L'installatore dovrà prestare attenzione alla:

- verifica che la massima lunghezza del cavo nel cablaggio orizzontale o di piano rispetti la normativa di riferimento per i cavi CEI EN 50288;
- verifica dell'etichettatura e del raggio di curvatura dei cavi;
- stesura ed inserimento dei cavi nei cavidotti, affinché si eviti la mescolanza con quelli elettrici e/o di antenne e causi problemi di interferenze, malfunzionamenti e una difficile identificazione in fase di collegamento;
- misurazione di parametri fondamentali come il NEXT (segnale di disturbo che si induce all'inizio di una coppia quando viene generato un segnale all'inizio della coppia adiacente).

Il progettista configurerà la migliore soluzione per ogni uso atteso, prevedendo eventuali upgrade futuri e dotando l'Armadio Rack di sistemi di raffreddamento, ventilazione, nomenclatura, e quant'altro risulti opportuno e garantisca un sistema di qualità conforme alla norma CEI EN 50174.

Articolo 3.7.3 Componenti passivi

- Armadio Rack di distribuzione di edificio e/o di piano cui sono installati i pannelli di permutazione, e che ospitano apparati attivi
- Patch panel - Pannello di permutazione a cui si attestano i connettori dei cavi di dorsale e di distribuzione
- Equipment Cable - Cavo di apparato per interconnettere gli apparati ai pannelli di permutazione

- Patch cord - Cavo di Permutazione che consente di interconnettere i cavi entranti con quelli uscenti, oppure i cavi di apparato con i cavi di dorsale e/o con i cavi della distribuzione orizzontale
- Patch cord - Cavo di Permutazione che consente l'interconnessione tra la presa utente e le apparecchiature al posto di lavoro
- Presa (da parete, a torretta, da tavolo, etc.) a cui l'utente può collegare i propri sistemi (telefono, computer, etc.)

La distribuzione planimetrica, spaziale e funzionale degli elementi passivi di cablaggio seguirà opportuni criteri di minimizzazione di distanze e ingombri disponibili nell'edificio e rispetterà rigorosamente le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

Articolo 3.7.4 Canalizzazioni

Tutto il cablaggio dovrà risultare conforme alle prescrizioni antincendio relative all'ambiente di installazione.

I conduttori potranno essere posati in canalizzazioni metalliche o isolanti, tubolari o rettangolari, dotate di coperchio. I canali potranno essere di tipo isolato o chiuso, ed il loro grado di protezione dipenderà dal luogo di posa. La posa potrà essere sotto traccia, a vista, in cavedio, in controsoffitto o sotto pavimento galleggiante. La tipologia dei cavidotti sarà determinata di volta in volta in accordo con la destinazione d'uso e le caratteristiche architettoniche ed estetiche dei locali, come da indicazione del Progettista e/o del Direttore dei lavori. Le canalizzazioni dovranno terminare in spazi (scatole di derivazione) sufficientemente ampi da permettere la posa dei cavi senza curvarli troppo (non si devono realizzare curve il cui raggio interno sia inferiore a 6 volte (o 10 volte per diametri superiori ai 50 mm) il diametro interno del tubo).

I cavi non devono essere sottoposti a raggi di curvatura troppo accentuati, ed in particolare:

$$R_{\min} = 8 \times d \text{ durante l'installazione}$$

$$R_{\min} = 4 \times d \text{ in esercizio}$$

dove: $R_{\min}$ = Raggio minimo di curvatura; d = diametro esterno del cavo

Articolo 3.7.5 Componenti attivi

Potranno essere previsti i seguenti componenti attivi:

SWITCH: apparecchiatura di rete con cablaggio strutturato che collega insieme altri dispositivi. Gli switch gestiscono il flusso di dati attraverso una rete trasmettendo un pacchetto ricevuto, solo da uno o più dispositivi. Ogni dispositivo collegato in rete a uno switch può essere identificato dal suo indirizzo di rete, consentendo allo switch di dirigere il flusso di traffico. Lo switch agisce sull'indirizzamento e sull'instradamento all'interno delle reti LAN mediante indirizzo fisico (MAC di destinazione), selezionando i frame ricevuti e dirigendoli, a differenza dell'Hub, verso il dispositivo corretto. L'instradamento avviene per mezzo di una corrispondenza univoca porta-indirizzo.

ROUTER: dispositivo di rete che, in una rete informatica a commutazione di pacchetto, si occupa di instradare i dati, suddivisi in pacchetti, fra sottoreti diverse. Caratteristica fondamentale dei router è l'utilizzo di indirizzi di livello 3 (rete) del modello OSI (corrispondente al livello IP dello stack TCP/IP). Il router potrà incorporare anche la funzionalità di access point per reti wireless Wi-Fi e modem per l'aggancio alla rete Internet.

SCHEDA DI RETE: componente attivo inserito all'interno della apparecchiatura da connettere in rete che svolge le seguenti funzioni: 1) codifica (o decodifica) i singoli bit in segnali; 2) sincronizza il trasmettitore e il ricevitore, quindi ne gestisce il collegamento.

L'interconnessione tra due reti che utilizzano lo stesso metodo di comunicazione e talvolta lo stesso tipo di supporto di trasmissione è detta **BRIDGE**. Tale funzione ponte dev'essere garantita dai componenti attivi utilizzati nella configurazione e collegamento di reti.

• Tipologie di cavi

I cavi di dorsale, di distribuzione, di permutazione o d'utente (in rame o a fibre ottiche) usati per raccordare i terminali d'utente alle prese d'utente e queste ultime ai pannelli di permutazione, o ancora per raccordare gli apparati attivi ai pannelli di permutazione o questi ultimi tra di loro, saranno conformi

alle indicazioni della norma CEI EN 50290-4-2. Tali mezzi trasmissivi normalmente utilizzati nel cablaggio strutturato saranno di tipo a coppie ritorte (twisted pair). I formati previsti saranno di 24 o 22 AWG per il cavo posato ed in genere 24 AWG per i cordoni di permutazione.

Le **guaine** contenenti i cavi saranno del tipo PVC o LSZH (Low smoke zero halogen), conformi alle norme di riferimento CEI EN 50267-2 e CEI 20-38 (CEI 20-37/0; CEI 20-37/4-0; CEI 20-37/6), quindi in grado di garantire, in caso d'incendio, una produzione contenuta di fumi opachi, gas tossici e corrosivi.

Le tipologie di **cavi** previste saranno le seguenti:

UTP (Unshielded Twisted Pair): cavo composto da 8 fili di rame intrecciati a coppie, le cui coppie sono a loro volta intrecciate tra loro. Non schermato.

FTP (Foiled Twisted Pair): cavo composto da 8 fili di rame intrecciati a coppie, ove ogni coppia è intrecciata con le altre e presenta una schermatura esterna in lamina d'alluminio.

STP (Shielded Twisted Pair): cavo con duplice schermatura in lamina d'alluminio, una per ogni coppia e una esterna. Composto da otto fili di rame intrecciati a coppie, inoltre ogni coppia è intrecciata con le altre. L'intreccio dei fili ha lo scopo di ridurre le interferenze, i disturbi e limitare il fenomeno del crosstalk.

Fibra ottica: supporto di trasmissione composto da un'anima di vetro o plastica rivestita da una placcatura protettiva. La fibra ottica viene contraddistinta da due numeri n/m, dove n è il diametro della parte conduttrice di luce ed m il diametro della parte esterna. I segnali vengono trasmessi come impulsi luminosi ed inseriti nella fibra da un emettitore luminoso, un laser o un LED.

Il connettore modulare 8P8C (RJ-45) sarà utilizzato come interfaccia fisica per il cablaggio della rete secondo gli standard Ethernet / IEEE 802. In merito alle lunghezze dei collegamenti, lo standard ISO 11801 fissa la lunghezza massima del cavo di collegamento tra le Prese Utenti ed il Patch Panel.

Articolo 3.7.6 Prescrizioni di posa

La posa in opera dei cavi dovrà essere eseguita con cura operando con le seguenti prescrizioni: nelle aree con controsoffitti e pavimenti rialzati in cui non siano disponibili cavidotti, l'Affidatario dovrà raggruppare i cavi in fasci. I fasci di cavi saranno sostenuti da idonei ganci fissati alla struttura esistente ad intervalli regolari.

Dovranno essere rispettati i raggi minimi di curvatura e gli sforzi di trazione massimi indicati dal Costruttore. Cavidotti e raccordi non devono presentare schiacciature o sbavature, conseguenti a difetti di lavorazione in fabbrica o ad operazioni in cantiere. Durante le operazioni di posa, i cavi non dovranno subire torsioni: per questo si raccomanda l'impiego di bobine svolgicavo. Occorre prestare la massima attenzione ad evitare che i cavi vengano calpestati, schiacciati o comunque maltrattati, per prevenire alterazioni delle loro caratteristiche prestazionali.

I cavi dovranno essere identificati univocamente sia nei cavidotti che all'interno degli armadi e nelle scatole da frutto. Le fascette identificatrici non dovranno essere strette al punto da deformare il cavo, onde prevenire alterazioni delle loro caratteristiche prestazionali. Allo stesso scopo, all'interno degli armadi di permutazione dovranno essere previsti idonei pannelli passacavo, oltre ad una congrua identificazione e fascettatura dei cavi.

Articolo 3.7.7 Tipologie di rete

Il Comitato Internazionale **IEEE 802** (Institution of Electrical and Electronics Engineering) ha sviluppato negli anni diversi standard di reti locali.

Comitato STD IEEE	TIPO LAN
802.1	Bridging & Management
802.2	LLC Logical Link Control
802.3	Ethernet
802.3u	Fast Ethernet

802.3z	Gigabit Ethernet
802.4	Token bus
802.5	Token ring
802.6	DQDB - rete MAN
802.7	Broadband technical advisory group
802.8	Fiber - optic technical advisory group
802.9	Integrated Services LAN
802.10	Interoperable LAN Security
802.11	Wireless local area network
802.12	100 VG - Any LAN

I principali standard applicativi utilizzati sono i seguenti:

- Rete **Token ring**, (IEEE 802.5) o rete ad "anello" a 4 o 16 Mbit/s che, come suggerito dal nome, è caratterizzata da un anello continuo che passa attraverso ogni dispositivo. Questo assicura che i segnali inviati da un dispositivo siano visti da tutti gli altri con un meccanismo di "passaggio del testimone", cioè un tipo di rete ad anello in cui la determinazione di quale calcolatore abbia diritto a trasmettere avviene tramite un particolare messaggio, detto token (gettone). La configurazione fisica è spesso realizzata a stella tramite l'uso di concentratori (Hub).
- Rete **Ethernet e Fast Ethernet** (rispettivamente IEEE 802.3 e IEEE 802.3u) su cavo in rame o fibra ottica che usa un protocollo di rete a 10 e 100 Mbit/s. Il cablaggio della rete è in genere caratterizzato dai seguenti standard:
 - 100 Base-TX (cavo UTP Cat. 5) - 100 Base-FX (Fibra mono e multimodale) - 100 Base-T4 (Cat. 3)
- Rete **Gigabit Ethernet** su cavo in rame o fibra ottica che usa un protocollo di rete a 1000 Mbit/s (standard IEEE 802.3z su fibra e IEEE 802.3ab su rame). Una nuova evoluzione del protocollo Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z) è stato definito **10 Gigabit Ethernet** (IEEE 802.3ae) e opera a 10 Gbit/s. Ideali per la realizzazione di dorsali.
- Rete **100 VG Any LAN** standardizzata dal comitato IEEE 802.12, consente di utilizzare cavi UTP e STP o fibra ottica ed opera ad una velocità di 100 Mbit/s. Supportando altre reti locali Ethernet o TokenRing viene indicata col nome anyLAN, mentre il termine VG deriva dal fatto che la rete può essere realizzata utilizzando 4 coppie di doppino non schermato di categoria 3, ossia di tipo telefonico (Voice Grade).
- Rete **FDDI** è una versione ad alta velocità della rete Token Ring, che opera su fibra ottica a 100 Mbit/s e anche con cavi UTP e STP. I sistemi FDDI possono avere due anelli completi che trasferiscono l'informazione in senso opposto; tuttavia, un solo anello (il primario) è effettivamente utilizzato per la trasmissione dei dati. L'altro anello (il secondario) entra in funzione soltanto nel caso di malfunzionamenti o guasti sull'anello o sulle stazioni connesse agli anelli. Ideale per la realizzazione di dorsali.

Titolo 3.8 Impianto Antincendio

Titolo 3.8.1 Qualità dei materiali

Articolo 3.8.1.1 Tubazioni

Condizioni di progetto:

- Temperatura: 10 °C

- Pressione: 1.100 kPa
- Pressione nominale di linea: PN 16

Materiali:

- Tubazioni in vista
 - Acciaio nero senza saldatura UNI 8863 installazione tipo 1, coefficiente Hazen-Williams 120
- Curve
 - in ghisa malleabile zincata e filettata UNI 5193 per diametri sino a DN 50
 - in acciaio nero da saldare di testa UNI 7929.79 per diametri DN 65 e superiori
- Raccordi e derivazioni
 - in ghisa malleabile zincata e filettata UNI 5193 per diametri sino a DN 50
 - in acciaio nero da saldare di testa ISO 3419 per diametri DN 65 e superiori
- Flange
 - in acciaio a collarino da saldare UNI 2281.67, risalto UNI 2229.67 per DN 65 e superiori
 - flange cieche UNI 6093.67
- Tubazioni interrate
 - polietilene ad alta densità (PEAD) PE 100 PN 16 UNI EN 12201, coefficiente Hazen Williams 150

Tubazioni secondo UNI 7611.76 tipo 312, PN 10 e raccordi secondo UNI 7612.76. La raccorderia per questi tipi di tubazione sarà conforme alle norme UNI 7612/76, del tipo a compressione con coni a ghiere filettate in ottone.

Questo tipo di giunzione sarà utilizzato per diametri fino a 2" (63 mm). Per diametri superiori sia i pezzi speciali (curve, etc.) che le giunzioni tra i tratti di tubazioni diritte saranno del tipo a saldare; la saldatura dovrà essere del tipo a specchio, eseguita con apposita attrezzatura elettrica seguendo scrupolosamente le istruzioni dei costruttori. Per le diramazioni a "T" si potranno usare anche prese a staffa, per qualsiasi diametro della tubazione principale. Per il collegamento di tubazioni di PEAD a tubazioni metalliche si useranno giunti a vite e manicotto, metallici, quando la tubazione in acciaio sia filettabile e non oltre i 4". Per i diametri superiori si useranno giunzioni a flange (libere o fisse sul tubo di plastica).

- Valvolame
 - in acciaio PN 25 attacchi flangiati per tutte le reti in bronzo serie pesante PN 25 per gli scarichi

Paragrafo 3.8.1.1 Apparecchiature impianto antincendio rete idranti

Articolo 3.8.1.1.1 Idrante a muro UNI 45

Tipo a parete per interno costituito da:

- cassetta in lamiera di acciaio nero verniciata antiruggine con colore finale a smalto rosso (tipo da incasso o esterno secondo necessità, RAL 3000)
- sportello in alluminio anodizzato a profilo piatto, con alette portavetro, chiusura a serratura e vetro incluso
- lancia idrica a triplo effetto in ottone-rame UNI 45 regolamentare VV.FF. con bocchello svitabile diametro 12 mm
- manichetta in tubo di nylon rosso, gommato internamente, UNI 45, lunghezza 30 metri, pressione di esercizio 18 kPa
- raccordo in tre pezzi legato a macchina sulla manichetta, UNI 45
- serie di raccordi in ottone UNI 45 con legatura in filo di acciaio zincato
- rubinetto idrante UNI 45 diametro 1" 1/2 in ottone
- accessori vari di completamento

Articolo 3.8.1.1.2 Idrante Sottosuolo UNI 70

Tipo sottosuolo costituito da:

- attacco filettato DN70
- flangie dimensionate DN80 UNI EN 1092/2
- PN16

- Dotato di scarico antigelo che consente lo svuotamento dell'idrante a completa chiusura della valvola
- Guarnizione di tenuta idonea per installazioni su reti di acqua potabile conformemente alla normativa EN 681-1 e al D.M. n° 174 del 06/04/2004
- Altezza dalla direttrice dello scarico antigelo al cappellotto di manovra mm. 250
- collaudo idrante aperto a 24 bar, chiuso 21 bar
- manovra con cappellotto pentagonale a norma UNI EN 14339
Completo di gomito a piede a 90° in ghisa sferoidale GJS 400 UNI EN 1563, con piedino d'appoggio, guarnizioni di gomma telata di adeguato spessore da interporre tra le flangie di accoppiamento. Installato in pozzetto con chiusino di ghisa grigia GJL 250 UNI EN 1561.

Articolo 3.8.1.1.3 Idrante Soprasuolo UNI 70

Tipo sottosuolo costituito da:

- attacco filettato DN70
- flange dimensionate DN80 UNI EN 1092/2
- PN16
- Manovrabile con chiave di manovra pentagonale unificata
- Valvola di sezionamento gommata con profilo conico a 45° ideato per evitare il deposito di detriti e prevenire l'usura precoce
 - con battuta su sede in ottone
- scarico antigelo
- verniciatura a polvere epossidica RAL3000
- flangia di ingresso UNI EN 1092/2
- altezza colonna fuori terra idrante mm. 680
- altezza direttrice attacchi mm. 450
- guarnizioni in gomma telata di adeguato spessore da interporre tra le flange di accoppiamento
Guarnizione di tenuta idonea per installazioni su reti di acqua potabile conformemente alla normativa EN 681-1 e al D.M. n° 174 del 06/04/2004

Articolo 3.8.1.1.4 Cassetta corredo UNI 10779 in lamiera verniciata

Caratteristiche tecniche:

- lamiera verniciata RAL3000
- serratura in plastica
- feritoie di ventilazione
- chiave di manovra per idrante sottosuolo
- manichetta UNI 70 a Norme UNI 9487 lunghezza 25 metri con raccordi UNI 804 e legata a Norme UNI 7422 con manicotti in gomma
- sella porta manichetta in plastica di colore rosso RAL 3000
- lancia a tre effetti DN70 con ugello 16mm
- collo di cigno fisso o orientabile
- ad una o a due uscite
- con o senza saracinesche
- attacco UNI o a baionetta

Dimensioni mm 500xh1000x200, portello pieno., abbinabile il supporto/piantana in lamiera verniciata rosso RAL3000, H 300 mm.

Articolo 3.8.1.1.5 Tubazioni per idranti e naspi

Le tubazioni flessibili antincendio saranno conformi alla UNI EN 14540 (DN 45) e alla UNI 9487 (DN 70)

Articolo 3.8.1.1.6 Gruppo attacco autopompa VV.F. UNI 70

Il gruppo attacco autopompa del tipo regolamentare UNI 70/4" sarà composto:

- da due bocche di immissione conformi alla specifica normativa di riferimento, con diametro DN70, dotata di attacchi con girello (UNI 808) protetti contro l'ingresso dei corpi estranei
- da una valvola di intercettazione che consenta l'intervento sui componenti senza vuotare l'impianto

- da una valvola di ritegno che eviti la fuoriuscita dell'acqua dall'impianto in pressione
- da una valvola di sicurezza tarata 1,2 MPa per sfogare l'eventuale sovrappressione dell'autopompa
- da un tappo terminale cieco
- dalla cassetta di protezione con portello di alluminio anodizzato e vetro safe-crash
- dal cartello del simbolo di identificazione.

Gli attacchi di mandata per autopompa sono ubicati in posizione tale da essere accessibili, in modo agevole e sicuro, anche durante l'incendio. Sono inoltre protetti dagli urti e dal gelo e contrassegnati da un cartello recante la dicitura.

ATTACCO AUTOPOMPA VV.F

Pressione massima 12 bar

Articolo 3.8.1.1.7 Valvole di intercettazione flangiate

Le valvole saranno conformi alla UNI EN 1074, devono avere PN compatibile con le caratteristiche degli impianti e saranno costruite in modo che sia possibile individuare con immediatezza se sono aperte o chiuse; su di esse sarà chiaramente indicato il senso di chiusura. Le valvole di intercettazione avranno le seguenti caratteristiche:

- corpo in ghisa, asta in acciaio inox, gommatura del tappo di EPDM, indicatore di apertura di serie, volantino non salente, asta non girevole
- adatte per acqua fredda o calda, aria gas inerti e fluidi non aggressivi all'EPDM
- pressione di esercizio massima ammissibile PN16; • temperatura di esercizio massima 120°C
- flange dimensionate e forate secondo norme UNI/DIN PN16 con gradino di tenuta
- scartamento corto secondo norme DIN 3202/F4 (ISO 5752/14) EN 558- 1/14;

Le valvole realizzate nei diametri DN 15/20/25/32/40/50/65/80/100/125/150/200 sono costruite con corpo EN-GJL-250, asta X20 Cr13, tenuta dell'asta O-ring, calotta materiale sintetico rinforzato, tappo/cuneo (corpo interno) EN-GJL-250, tappo/cuneo (gommatura) EPDM. La tenuta morbida, ottenuta con un tappo rivestito in gomma speciale, permette di evitare che i corpi solidi trascinati dal liquido danneggino il tappo e la sede al momento della chiusura.

Articolo 3.8.1.1.8 Valvole di non ritorno

Le valvole di non ritorno, sia orizzontali che verticali, saranno:

- esclusivamente del tipo a pressione differenziale
- costruite in ghisa o in bronzo o in acciaio, con sedi di tenuta in metallo o in metallo e gomma; quelle di dimensioni minori di DN 65 possono essere filettate, quelle di dimensioni maggiori sono flangiate UNI 2223
- munite di pannello di ispezione facilmente amovibile tale che attraverso di esso sia possibile accedere direttamente a tutti gli organi interni.

Articolo 3.8.1.1.9 Valvole di sicurezza: sistemi di bloccaggio delle valvole

Per bloccare le valvole di intercettazione nella posizione di servizio corretta saranno utilizzati: cinghie con piombino, catena con lucchetti o altro sistema equivalente tale da permettere l'immediata individuazione di una manomissione.

Articolo 3.8.1.1.10 Gruppo di pressurizzazione antincendio rete idranti

Gruppo di pressurizzazione antincendio a norma EN12845 con pompe normalizzate base-giunto secondo EN733 (DIN 24255) accoppiate al motore mediante giunto elastico con distanziale, composto da:

- **Locale tecnico**

Locale tecnico da esterno dedicato al contenimento di gruppi antincendio. La struttura con finitura bianca RAL7035 è realizzata mediante profilati in acciaio ed è adeguatamente calcolata

per garantire una resistenza al fuoco di almeno 60 minuti (R60). L'accesso al locale avviene tramite porta frontale a singola anta di dimensioni (mm) 1000x2450h realizzata in acciaio verniciato. All'interno è presente una pavimentazione uniforme antiscivolo in lamiera mandorlata zincata a caldo con sistema di raccolta acque e liquidi derivanti dal gruppo di pompaggio. Lateralmente è presente un'apertura, sul lato destro del locale (oppure a sinistra su richiesta), a doppia anta per facilitare le operazioni di manutenzione straordinaria realizzate con pannelli sandwich EI60 di spessore 80 mm con isolamento interno in lana di roccia (classificazione di reazione al fuoco A2 S1 d0). La restante parte del locale è realizzata da tamponamenti con pannelli sandwich EI60 di spessore 80 mm con isolamento interno in lana di roccia (classe A2 S1 d0). Il tetto è realizzato con pannello sandwich da tetto EI60 di spessore 80+38 mm con isolamento interno in lana di roccia (classe A2 S1 d0) con sistema di raccolta delle acque sagomato alla struttura del locale stesso. L'installazione di appositi golfari facilita le operazioni di sollevamento e scarico.

- **Elettropompa di servizio**

n°1 elettropompa di servizio del tipo base giunto ad asse orizzontale, monogirante con bocca aspirante assiale e bocca premente radiale, entrambe flangiate UNI PN16, corpo pompa in ghisa, albero in acciaio inox e tenuta meccanica in grafite/carburo di silicio, accoppiate mediante giunto elastico con distanziale a un motore asincrono trifase da 30 kW, a frequenza 50 Hz, in forma B3 autoventilato, classe d'isolamento F, sovratemperatura dell'avvolgimento classe B, grado di protezione IP 55, numero di giri 2900 g/min.

L'elettropompa di servizio è comandata da un quadro di controllo indipendente costruito secondo norma EN12845, in lamiera verniciata con grado di protezione IP55 ad avviamento stella-triangolo così composto:

- Alimentazione 3F 50/60 Hz 400 V (+/- 10%);
- Ingressi e circuiti di comando in bassa tensione;
- N.2 ingressi normalmente chiusi per comando pressostati di avviamento;
- Ingresso per comando da serbatoio di adescamento;
- Ingresso per segnalazione da pressostato impianto in pressione/pompa spenta;
- Ingresso per segnalazione basse livello riserva idrica;
- Selettore a chiave AUTO – 0 – EMERGENZA;
- Pulsanti Marcia/Arresto per prova manuale;
- Pulsante prova led centralina;
- Display LCD per visualizzazione tensione e corrente sulle 3 fasi, frequenza, potenza reattiva, potenza attiva, potenza apparente, fattore di potenza, contaore totale e parziale, cronologia eventi;
- Display con 5 lingue: Italiano, Inglese, Francese, Spagnolo e Tedesco;
- Led di segnalazione;
- Possibilità di funzionamento secondo UNI10779;
- Funzioni di ritardo e allarmi impostabili;
- Temporizzatore stella-triangolo regolabile da centralina;
- Uscite allarme cumulativo di tipo A e tipo B;
- Contattore elettropompa in AC4;
- Protezione ausiliari e motore con fusibili;
- Sezionatore generale bloccoporta;

- Involucro metallico con protezione IP55;
- Temperatura ambiente: -5/+40° C;
- Umidità relativa 50% a 40° (non condensata).

- **Motopompa di riserva**

n°1 motopompa di riserva del tipo base giunto ad asse orizzontale, monogirante con bocca aspirante assiale e bocca premente radiale, entrambe flangiate UNI PN16, corpo pompa in ghisa, albero in acciaio inox e tenuta meccanica in grafite/carburo di silicio, accoppiate mediante giunto elastico con distanziale a un motore diesel 4 cilindri di potenza 33 kW, raffreddato a liquido, con cinghie multiple, con scaldiglia olio, completo di serbatoio da 90 litri a caduta per un'autonomia di 6 h e doppia batteria da 100 Ah per l'avviamento.

Il gruppo motopompa sarà completo di giunti antivibranti collegati al telaio e giunto di compensazione sull'aspirazione della pompa.

Il gruppo motopompa sarà dotato di condotto espulsione fumi adeguatamente isolato e convogliato all'esterno, completo di chiusura a gravità.

La motopompa è comandata da un quadro di controllo indipendente costruito secondo norma EN12845, in lamiera verniciata con grado di protezione IP55 così composto:

- Alimentazione 1F+N 50/60 Hz 230 V (+/- 10%);
- Ingressi e circuiti di comando in bassa tensione;
- N.2 ingressi normalmente chiusi per comando pressostati di avviamento;
- N.2 ingressi da batterie esterne per motorino d'avviamento ed alimentazione circuiti ausiliari;
- Ingresso per comando da serbatoio di adescamento;
- Ingresso per segnalazione da pressostato impianto in pressione/motopompa spenta;
- Ingresso per segnalazione basse livello riserva idrica;
- Selettore a chiave AUTO – EMERGENZA;
- Pulsanti Marcia/Arresto manuale motopompa;
- Pulsante ripristino anomalie;
- Pulsante prova avviamento manuale (attivo in caso di mancato avviamento automatico);
- Pulsante prova led centralina;
- Display LCD per visualizzazione n.2 voltmetri batterie, n.2 amperometri batterie, contagiri, contaore totale e parziale, indicatore livello combustibile, termometro liquido di raffreddamento, termometro olio, manometro olio, contavviamenti da batterie e storico eventi;
- Display con 5 lingue: Italiano, Inglese, Francese, Spagnolo e Tedesco;
- Led di segnalazione;
- Possibilità di funzionamento secondo UNI10779;
- Funzioni di ritardo e allarmi impostabili;
- N.2 caricabatteria 12 Vdc 3A;
- Uscite allarme cumulativo di tipo A e tipo B;
- Protezione ausiliari e motore con fusibili;
- Sezionatore generale bloccoporta;

- Involucro metallico con protezione IP55;
- Temperatura ambiente: -5/+40° C;
- Umidità relativa 50% a 40° (non condensata).

- **Pompa pilota**

n°1 elettropompa pilota, monoblocco autoadescante, per il mantenimento della pressione all'interno dell'anello antincendio, con bocca aspirante assiale e bocca premente radiale, entrambe filettate ISO 228/1, corpo pompa in ghisa, gruppo eiettore in tecnopolimero, albero in acciaio INOX, girante in ottone, tenuta in ceramica-grafite-NBR accoppiata con motore elettrico trifase da 2,2 kW a frequenza 50 Hz, chiuso autoventilato, classe d'isolamento F e protezione IP44. La pompa pilota è corredata in mandata di una valvola di ritegno, una valvola a sfera, un vaso di espansione 20 litri PN 16, e raccordi per il collegamento al quadro di comando.

L'elettropompa pilota è comandata da un quadro di controllo indipendente costruito secondo norma EN12845, in lamiera verniciata con grado di protezione IP55 ad avviamento diretto, così composto:

- Alimentazione 3F 50/60 Hz 400 V (+/- 10%);
- Quadro elettronico;
- Ingresso normalmente aperto per comando di avviamento;
- Ingresso per 3 sonde unipolari o galleggiante;
- Pulsantiera per selezione funzionamento automatico, manuale (momentaneo), spento;
- Dip-switch per funzionamento sonde in Riempimento/Svuotamento;
- Sensibilità sonde regolabile;
- Led verde presenza rete;
- Lev verde automatico inserito;
- Led verde motore attivo;
- Led rosso allarme livello;
- Led rosso allarme motore in sovraccarico;
- Controllo elettronico per controllo sovraccarico motore regolabile;
- Possibilità di funzionamento secondo UNI10779;
- Funzioni di ritardo e allarmi impostabili;
- Temporizzatore stella-triangolo regolabile da centralina;
- Uscita allarme (COM-NO-NC);
- Protezione ausiliari e motore con fusibili;
- Sezionatore generale bloccoporta;
- Involucro in ABS con protezione IP55;
- Temperatura ambiente: -5/+40° C;
- Umidità relativa 50% a 40° (non condensata).

Ogni pompa principale è corredata in aspirazione di un mano-vuotometro. La mandata della pompa è

corredata in sequenza di un giunto in gomma di compensazione, un aumento flangiato per garantire una velocità dell'acqua pari a 6 m/s, predisposto per il collegamento del serbatoio di adescamento, un diaframma calibrato in ottone da 3/8" per il ricircolo e lo scarico dell'aria della pompa, un manometro, una valvola di non ritorno ispezionabile, un diaframma zincato con uscita da 1/2" per il collegamento al quadro di avviamento della pompa e una valvola a farfalla d'intercettazione. Le pompe sono comandate in automatico da un pannello di controllo in lamiera zincata, collegato al diaframma mediante un tubo RILSAN 2034 15/12.5 pa12, dove si trovano 2 pressostati di avviamento regolabili con grado di protezione IP55, manometro e circuito di prova dei pressostati.

Sul collettore di mandata vi è la predisposizione per il collettore di prova, il collettore è sorretto da 2 gambe collegate al telaio principale, per garantire la stabilità e la continuità del servizio anche se si interviene su di una pompa. Quadri, pompe e motori sono installati su un telaio realizzato in acciaio zincato.

ACCESSORI A CORREDO:

- Sistema di illuminazione adeguatamente dimensionato per garantire 200 LUX all'interno del locale (UNI EN 12464-1) comprensivo di lampada di emergenza minimo 25 LUX (UNI EN 1838);
- Quadro di distribuzione per l'alimentazione di tutti i servizi del locale tecnico;
- Sistema di riscaldamento composto da riscaldatore elettrico adeguatamente dimensionato;
- Estrattore di calore con alette a gravità adeguatamente dimensionato;
- Griglia di immissione aria;
- Quadro dedicato alla gestione ed al controllo dei servizi ed allarmi del locale tecnico con presa interbloccata monofase di servizio;
- Kit sprinkler composto da una valvola di intercettazione da 1", un flussostato di allarme, uno sprinkler 1/2" k= 80, 141° C;
- Estintore a polvere classe 34° 233 BC, capacità 6kg;
- Per installazione del gruppo di tipo soprabattente, ogni singola pompa di servizio è corredata in aspirazione di una riduzione eccentrica flangiata (se necessario), per garantire una velocità dell'acqua in aspirazione pari a 1,5 m/s e viene mantenuta costantemente carica da un serbatoio di adescamento in LLDPE da 500 litri che dovrà essere collegato alla pompa di servizio mediante un tubo di diametro 50 mm; sul collegamento della pompa vi è applicata una valvola di ritegno. Il serbatoio è mantenuto pieno dalla rete idrica con applicata una valvola a galleggiante, se il livello del serbatoio, per eventuali perdite della valvola di fondo, scende sotto i 2/3 vi è un interruttore di livello che fa partire la pompa di servizio.
- Per installazione del gruppo di tipo sottobattente, ogni singola pompa di servizio è corredata in aspirazione di una riduzione eccentrica flangiata (se necessario), per garantire una velocità dell'acqua in aspirazione pari a 1,8 m/s e una valvola di intercettazione (valvola a farfalla "Lug") e la pompa pilota di valvola a sfera con giunto a 3 pezzi.

Paragrafo 3.8.1.2 Apparecchiature impianto antincendio sprinkler a diluvio

Caratteristiche tecniche:

- Realizzati per fusione in ottone e dotati di un deflettore, anch'esso in ottone, opportunamente lavorato posto in prossimità dell'uscita dell'orifizio dell'ugello. Questo deflettore consente di ottenere l'angolazione richiesta del fluido finemente nebulizzato e distribuito uniformemente
- angolo di dispersione di 120°
- attacco 1/2" GAS
- k: 40

Articolo 3.8.1.2.1 Gruppo di pressurizzazione antincendio rete sprinkler a diluvio

Gruppo di pressurizzazione antincendio a norma EN12845 con pompe normalizzate base-giunto secondo EN733 (DIN 24255) accoppiate al motore mediante giunto elastico con distanziale, composto da:

- **Locale tecnico**

Locale tecnico da esterno dedicato al contenimento di gruppi antincendio. La struttura con finitura bianca RAL7035 è realizzata mediante profilati in acciaio ed è adeguatamente calcolata per garantire una resistenza al fuoco di almeno 60 minuti (R60). L'accesso al locale avviene tramite porta frontale a singola anta di dimensioni (mm) 1000x2450h realizzata in acciaio verniciato. All'interno è presente una pavimentazione uniforme antiscivolo in lamiera mandorlata zincata a caldo con sistema di raccolta acque e liquidi derivanti dal gruppo di pompaggio. Lateralmente è presente un'apertura, sul lato destro del locale (oppure a sinistra su richiesta), a doppia anta per facilitare le operazioni di manutenzione straordinaria realizzate con pannelli sandwich EI60 di spessore 80 mm con isolamento interno in lana di roccia (classificazione di reazione al fuoco A2 S1 d0). La restante parte del locale è realizzata da tamponamenti con pannelli sandwich EI60 di spessore 80 mm con isolamento interno in lana di roccia (classe A2 S1 d0). Il tetto è realizzato con pannello sandwich da tetto EI60 di spessore 80+38 mm con isolamento interno in lana di roccia (classe A2 S1 d0) con sistema di raccolta delle acque sagomato alla struttura del locale stesso. L'installazione di appositi golfari facilita le operazioni di sollevamento e scarico.

- **Elettropompa di servizio**

n°1 elettropompa di servizio del tipo base giunto ad asse orizzontale, monogirante con bocca aspirante assiale e bocca premente radiale, entrambe flangiate UNI PN16, corpo pompa in ghisa, albero in acciaio inox e tenuta meccanica in grafite/carburo di silicio, accoppiate mediante giunto elastico con distanziale a un motore asincrono trifase da 22 kW, a frequenza 50 Hz, in forma B3 autoventilato, classe d'isolamento F, sovratemperatura dell'avvolgimento classe B, grado di protezione IP 55, numero di giri 2900 g/min.

L'elettropompa di servizio è comandata da un quadro di controllo indipendente costruito secondo norma EN12845, in lamiera verniciata con grado di protezione IP55 ad avviamento stella-triangolo così composto:

- Alimentazione 3F 50/60 Hz 400 V (+/- 10%);
- Ingressi e circuiti di comando in bassa tensione;
- N.2 ingressi normalmente chiusi per comando pressostati di avviamento;
- Ingresso per comando da serbatoio di adescamento;
- Ingresso per segnalazione da pressostato impianto in pressione/pompa spenta;
- Ingresso per segnalazione basse livello riserva idrica;
- Selettore a chiave AUTO – 0 – EMERGENZA;
- Pulsanti Marcia/Arresto per prova manuale;

- Pulsante prova led centralina;
- Display LCD per visualizzazione tensione e corrente sulle 3 fasi, frequenza, potenza reattiva, potenza attiva, potenza apparente, fattore di potenza, contatore totale e parziale, cronologia eventi;
- Display con 5 lingue: Italiano, Inglese, Francese, Spagnolo e Tedesco;
- Led di segnalazione;
- Possibilità di funzionamento secondo UNI10779;
- Funzioni di ritardo e allarmi impostabili;
- Temporizzatore stella-triangolo regolabile da centralina;
- Uscite allarme cumulativo di tipo A e tipo B;
- Contattore elettropompa in AC4;
- Protezione ausiliari e motore con fusibili;
- Sezionatore generale bloccoporta;
- Involucro metallico con protezione IP55;
- Temperatura ambiente: -5/+40° C;
- Umidità relativa 50% a 40° (non condensata).

- **Motopompa di riserva**

n°1 motopompa di riserva del tipo base giunto ad asse orizzontale, monogirante con bocca aspirante assiale e bocca premente radiale, entrambe flangiate UNI PN16, corpo pompa in ghisa, albero in acciaio inox e tenuta meccanica in grafite/carburo di silicio, accoppiate mediante giunto elastico con distanziale a un motore diesel 4 cilindri di potenza 25,2 kW, raffreddato a liquido, con cinghie multiple, con scaldiglia olio, completo di serbatoio da 60 litri a caduta per un'autonomia di 6 h e doppia batteria da 100 Ah per l'avviamento.

Il gruppo motopompa sarà completo di giunti antivibranti collegati al telaio e giunto di compensazione sull'aspirazione della pompa.

Il gruppo motopompa sarà dotato di condotto espulsione fumi adeguatamente isolato e convogliato all'esterno, completo di chiusura a gravità.

La motopompa è comandata da un quadro di controllo indipendente costruito secondo norma EN12845, in lamiera verniciata con grado di protezione IP55 così composto:

- Alimentazione 1F+N 50/60 Hz 230 V (+/- 10%);
- Ingressi e circuiti di comando in bassa tensione;
- N.2 ingressi normalmente chiusi per comando pressostati di avviamento;
- N.2 ingressi da batterie esterne per motorino d'avviamento ed alimentazione circuiti ausiliari;
- Ingresso per comando da serbatoio di adescamento;
- Ingresso per segnalazione da pressostato impianto in pressione/motopompa spenta;
- Ingresso per segnalazione basse livello riserva idrica;
- Selettore a chiave AUTO – EMERGENZA;
- Pulsanti Marcia/Arresto manuale motopompa;
- Pulsante ripristino anomalie;
- Pulsante prova avviamento manuale (attivo in caso di mancato avviamento automatico);

- Pulsante prova led centralina;
- Display LCD per visualizzazione n.2 voltmetri batterie, n.2 amperometri batterie, contagiri, contaore totale e parziale, indicatore livello combustibile, termometro liquido di raffreddamento, termometro olio, manometro olio, contavviamenti da batterie e storico eventi;
- Display con 5 lingue: Italiano, Inglese, Francese, Spagnolo e Tedesco;
- Led di segnalazione;
- Possibilità di funzionamento secondo UNI10779;
- Funzioni di ritardo e allarmi impostabili;
- N.2 caricabatteria 12 Vdc 3A;
- Uscite allarme cumulativo di tipo A e tipo B;
- Protezione ausiliari e motore con fusibili;
- Sezionatore generale bloccoporta;
- Involucro metallico con protezione IP55;
- Temperatura ambiente: -5/+40° C;
- Umidità relativa 50% a 40° (non condensata).

- **Pompa pilota**

n°1 elettropompa pilota, monoblocco autoadescente, per il mantenimento della pressione all'interno dell'anello antincendio, con bocca aspirante assiale e bocca premente radiale, entrambe filettate ISO 228/1, corpo pompa in ghisa, gruppo eiettore in tecnopolimero, albero in acciaio INOX, girante in ottone, tenuta in ceramica-grafite-NBR accoppiata con motore elettrico trifase da 2,2 kW a frequenza 50 Hz, chiuso autoventilato, classe d'isolamento F e protezione IP44. La pompa pilota è corredata in mandata di una valvola di ritegno, una valvola a sfera, un vaso di espansione 20 litri PN 16, e raccordi per il collegamento al quadro di comando.

L'elettropompa pilota è comandata da un quadro di controllo indipendente costruito secondo norma EN12845, in lamiera verniciata con grado di protezione IP55 ad avviamento diretto, così composto:

- Alimentazione 3F 50/60 Hz 400 V (+/- 10%);
- Quadro elettronico;
- Ingresso normalmente aperto per comando di avviamento;
- Ingresso per 3 sonde unipolari o galleggiante;
- Pulsantiera per selezione funzionamento automatico, manuale (momentaneo), spento;
- Dip-switch per funzionamento sonde in Riempimento/Svuotamento;
- Sensibilità sonde regolabile;
- Led verde presenza rete;
- Lev verde automatico inserito;
- Led verde motore attivo;
- Led rosso allarme livello;
- Led rosso allarme motore in sovraccarico;
- Controllo elettronico per controllo sovraccarico motore regolabile;

- Possibilità di funzionamento secondo UNI10779;
- Funzioni di ritardo e allarmi impostabili;
- Temporizzatore stella-triangolo regolabile da centralina;
- Uscita allarme (COM-NO-NC);
- Protezione ausiliari e motore con fusibili;
- Sezionatore generale bloccoporta;
- Involucro in ABS con protezione IP55;
- Temperatura ambiente: -5/+40° C;
- Umidità relativa 50% a 40° (non condensata).

Ogni pompa principale è corredata in aspirazione di un mano-vuotometro. La mandata della pompa è corredata in sequenza di un giunto in gomma di compensazione, un aumento flangiato per garantire una velocità dell'acqua pari a 6 m/s, predisposto per il collegamento del serbatoio di adescamento, un diaframma calibrato in ottone da 3/8" per il ricircolo e lo scarico dell'aria della pompa, un manometro, una valvola di non ritorno ispezionabile, un diaframma zincato con uscita da 1/2" per il collegamento al quadro di avviamento della pompa e una valvola a farfalla d'intercettazione. Le pompe sono comandate in automatico da un pannello di controllo in lamiera zincata, collegato al diaframma mediante un tubo RILSAN 2034 15/12.5 pa12, dove si trovano 2 pressostati di avviamento regolabili con grado di protezione IP55, manometro e circuito di prova dei pressostati.

Sul collettore di mandata vi è la predisposizione per il collettore di prova, il collettore è sorretto da 2 gambe collegate al telaio principale, per garantire la stabilità e la continuità del servizio anche se si interviene su di una pompa. Quadri, pompe e motori sono installati su un telaio realizzato in acciaio zincato.

ACCESSORI A CORREDO:

- Sistema di illuminazione adeguatamente dimensionato per garantire 200 LUX all'interno del locale (UNI EN 12464-1) comprensivo di lampada di emergenza minimo 25 LUX (UNI EN 1838);
- Quadro di distribuzione per l'alimentazione di tutti i servizi del locale tecnico;
- Sistema di riscaldamento composto da riscaldatore elettrico adeguatamente dimensionato;
- Estrattore di calore con alette a gravità adeguatamente dimensionato;
- Griglia di immissione aria;
- Quadro dedicato alla gestione ed al controllo dei servizi ed allarmi del locale tecnico con presa interbloccata monofase di servizio;
- Kit sprinkler composto da una valvola di intercettazione da 1", un flussostato di allarme, uno sprinkler 1/2" k= 80, 141° C;
- Estintore a polvere classe 34° 233 BC, capacità 6kg;

- Per installazione del gruppo di tipo soprabattente, ogni singola pompa di servizio è corredata in aspirazione di una riduzione eccentrica flangiata (se necessario), per garantire una velocità dell'acqua in aspirazione pari a 1,5 m/s e viene mantenuta costantemente carica da un serbatoio di adescamento in LLDPE da 500 litri che dovrà essere collegato alla pompa di servizio mediante un tubo di diametro 50 mm; sul collegamento della pompa vi è applicata una valvola di ritegno. Il serbatoio è mantenuto pieno dalla rete idrica con applicata una valvola a galleggiante, se il livello del serbatoio, per eventuali perdite della valvola di fondo, scende sotto i 2/3 vi è un interruttore di livello che fa partire la pompa di servizio.
- Per installazione del gruppo di tipo sottobattente, ogni singola pompa di servizio è corredata in aspirazione di una riduzione eccentrica flangiata (se necessario), per garantire una velocità dell'acqua in aspirazione pari a 1,8 m/s e una valvola di intercettazione (valvola a farfalla "Lug") e la pompa pilota di valvola a sfera con giunto a 3 pezzi.

Articolo 3.8.1.2.2 Sistema di allarme sprinkler a diluvio

Sistema di allarme e comando sprinkler a diluvio testata al fuoco secondo EN ISO 6182-5:2006, conforme SIL 3-4 secondo IEC65508/65111, composto da:

- Valvola automatica a Diluvio totalmente assemblata e pronta per l'installazione - approvata CE/UL - pressione d'esercizio 12Bar/175PSI composta da: valvola automatica a diluvio con attacchi flangiati PN16 e trim assemblato di prova, drenaggio e allarme, con relativi manometri; per montaggio verticale, dotata del dispositivo di attuazione (Elettrico) (Pneumatico) (Idraulico) per l'attivazione del diaframma; ampio coperchio superiore per facilità d'ispezione interna;
- Saracinesca OS&Y a vite esterna per l'intercettazione generale dell'impianto - specifica per impianti antincendio - con attacchi flangiati PN16 e dotata di volantino, indicatore visivo di posizione OS&Y e contatti di fine corsa per supervisione (opzionale), approvata UL/FM;
- Campana Idraulica di allarme completa di gong, turbina e filtro a Y - approvata CE/UL/FM;
- Pressostato di allarme ad 1 contatto per aumento pressione linea di allarme acqua, approvato CE/UL/FM;
- Dispositivo di Prova Impianto, completo di valvola sfera lucchettabile e manometro 0÷25 Bar, attacco filettato 1" GAS (1/2" K80) (3/4" K115).

Paragrafo 3.8.1.3 IRAI

Centrale di rivelazione incendio indirizzata a 4 loop, con capacità fino a 1192 indirizzi, protocollo Fire-Speed, display grafico TFT True Color 482 x 272 pixel, speaker di diffusione notifiche acustiche. Configurabile locale, Master/Slave, gestione fino a 16 ripetitori remoti TFT da 7" touch screen, 2 bus seriali RS485, 10 uscite di segnalazione programmabili, 300 zone specializzabili incendio o tecnologico, 100 zone virtuali, formule algebriche booleane, 200 piani di allarme liberamente abbinabili alle zone e 32 fasce orarie utilizzabili all'interno delle formule.

- Alimentatore Switching Fly-back, corrente massima erogabile 5°
- Porta seriale per collegamento stampante
- porta USB per collegamento PC per programmazione
- nodo Ethernet con vettore IP protocollo Contact-ID, Sia
- Gestione locale, remota della programmazione
- telegestione con collegamento telematico LAN/WAN
- Funzioni RSC di controllo coerenza hardware, analisi parametrica e monitoraggio dispositivi
- Report scaricabili in USB o da remoto tramite software "Centro"
- EN 54-2:1997 + A1:2006 - EN 54-4:1997 + A2:2006
- Certificato di omologazione 0051-CPR-0388.

Articolo 3.8.1.3.1 Alimentatore supplementare

Gruppo di alimentazione supplementare indirizzato. Certificato EN 54-4 per l'alimentazione di sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio per edifici. Certificato EN 12101-10 per l'alimentazione di apparecchiature e sistemi di evacuazione fumo e calore e sistemi di controllo fumi. Tensione di

alimentazione 230V AC. Dati nominali di uscita: tensione 27,6V DC corrente massima 5A. Il gruppo è dotato di 3 uscite indipendenti per l'alimentazione di utenze.

Ogni uscita eroga una corrente massima di 1,1A.

- Funzioni automatiche di test e sgancio batterie per scarica profonda
- Pannello di controllo frontale con 6 Led di segnalazione di stato funzionale.
- Uscita di segnalazione guasto: relè in scambio libero
- Alloggiamento per 2 batterie tampone da 12V 17Ah
- Gestione RSC®: programmazione, telegestione e controllo
- Collegamento su Loop
- Doppio isolatore di linea
- Temperatura operativa -5°C...+40°C
- Grado di protezione IP3x
- Contenitore metallico
- Colore nero
- Dimensioni (L x A x P) 320 x 365 x 170mm
- EN 54-4:1997 + A1:2002 + A2:2006 - EN 54-17:2005 - EN 12101-10
- Certificato di omologazione: 0051-CPR-0432.

Articolo 3.8.1.3.2 Base universale per posizionamento rivelatori di fumo e sirene

Base di montaggio universale per sensori/sirene indirizzati. Dotata di uscita per ripetitori remoti di allarme. Montaggio a vista. Calotta trasparente di protezione utilizzabile in fase di montaggio per evitare l'eventuale verniciatura accidentale dei contatti.

Articolo 3.8.1.3.3 Rivelatore ottico di fumo

Sensore indirizzato tecnologia di rilevazione ottica di fumo. Il funzionamento del rivelatore è supervisionato da un microprocessore, l'algoritmo di rilevazione garantisce la massima precisione di analisi densometrica dei fumi catturati dalla camera ottica. L'algoritmo di controllo automatico di guadagno è in grado di compensare dinamicamente la perdita di sensibilità, dovuta al deposito di impurità all'interno della camera di analisi.

L'eventuale deterioramento della capacità di rilevazione causato dalle impurità viene segnalato alla centrale, che notifica la necessità di un intervento di manutenzione. Funzioni programmabili: 3 livelli di sensibilità, segnalazione ottica di colloquio escludibile.

- Dotato di attuatore per test elettrico funzionale. Completa gestione RSC® del dispositivo: programmazione, telegestione e controllo di tutti i parametri di funzionamento.
- Due Led di segnalazione con visibilità a 360°
- Separatore di linea con doppio isolatore
- Collegamento su LOOP. Protocollo di comunicazione proprietario ad alta velocità Fire-Speed.
- Montaggio su base universale TFBASE01
- Grado di protezione IP22
- Contenitore ABS V0
- Ingombro (D x A) 100 x 52mm (base di montaggio non compresa)
- Colore bianco
- EN 54-7:2000 + A1:2002 + A2:2006 - EN 54-17:2005
- Certificato di omologazione 1293-CPR-0424.
- Ingombro (D x H) 100 x 52mm (base di montaggio compresa).

Articolo 3.8.1.3.4 Rivelatore lineare di fumo

Sistema di rivelazione di fumo indirizzato, di tipo ottico lineare a riflessione.

Tecnologia di rilevazione ad attenuazione ottica del fascio infrarosso riflesso.

Il rivelatore è dotato di un sistema di allineamento automatico servoassistito OAS (Optical Alignment System), coperto da brevetto internazionale. Sistema composto da due dispositivi, l'unità di rilevazione e controllo e unità di riflessione e telemetria.

- Portata ottica 8...50m, estendibile a 120m con catadiottro aggiuntivo opzionale
- Compensazione automatica del degrado ottico dovuto a sedimenti di polvere

- Ottima tolleranza ai disturbi generati da vibrazioni
- Alta immunità ai falsi allarmi
- Funzioni programmabili:
 - soglie di segnalazione di preallarme e allarme, ritardi di segnalazione di allarme e guasto.
- Gestione evoluta con logica di rilevazione adattativa, modalità giorno/notte, determinata da formule, che relazionano dinamicamente gli stati funzionali dei dispositivi del sistema
- Allineamento totalmente automatico gestito da remoto, tramite menù di centrale, senza interventi sulle unità di controllo e riflessione
- Gestione RSC®: programmazione, telegestione e controllo
- Collegamento su Loop. Doppio isolatore di linea
- Alimentazione:
 - unità di rilevazione 24V DC da fonte esterna, alimentazione dispositivo di telemetria tramite batteria al Litio
- Grado di protezione IP3x
- Temperatura operativa -10°C...+55°C
- Contenitore PC-ABS. Colore bianco
- Ingombri (L x A x P): unità di rilevazione 198 x 262 x 98mm, unità di riflessione 124 x 284 x 55
- EN 54-12:2015 - EN 54-17:2005. Certificato di omologazione: 1293-CPR-0816

Articolo 3.8.1.3.5 Rivelatore di fiamma

Rivelatore di fiamma multi tecnologia UV + IR2 (ultravioletto + IR). Bande operative: UV 185...260nm, IR 1...2,7µm.

- Elevata immunità alle interferenze luminose
- alta tolleranza alla presenza di fumi, vapori o polveri
- tempo di risposta e sensibilità programmabili
- funzione autodiagnostica Self test
- basso assorbimento in corrente
- uscita a relè di allarme e guasto o segnale 4/20Ma
- Utilizzabile in aree:
 - stoccaggio di carbone, aziende chimiche, aree di stampaggio, cabine di verniciatura, aziende tessili e gestione rifiuti
- Alimentazione 14...28 VDC, assorbimento massimo 28mA
- temperatura operativa -10 + 55°C
- umidità relativa 95% in assenza di condensa
- grado di protezione IP65
- peso 2Kg
- Dimensioni (L x A x P) 108 x 142 x 82mm
- Omologato: SIL2 ed EN 54-10
- Certificato di omologazione 0832-CPR-F0582.

Articolo 3.8.1.3.6 Ripetitore ottico

Ripetitore ottico luminoso di colore rosso di dimensioni compatte, a basso assorbimento, adatto per realizzare segnalazioni ottiche differite di eventi di allarme, anomalia o altro per mezzo di LED ad alta intensità luminosa, a basso consumo energetico.

Utilizzabile in tutti i casi in cui la segnalazione debba essere ben visibile da qualsiasi direzione.

Installazione semplice e veloce, fissaggio su superficie.

Il dispositivo può essere alimentato con tensione continua da 9 a 30V senza che sia necessario rispettare la polarità.

- Assorbimento 2,5mA a 24V DC
- temperatura di funzionamento -15°C...+70°C
- umidità relativa 93% in assenza di condensa
- grado di protezione IP22
- contenitore in ABS V0
- Dimensioni (L x A x P) 78 x 45 x 25mm

- peso 5g.

Articolo 3.8.1.3.7 Pulsante di allarme manuale

Pulsante indirizzato ripristinabile, per la segnalazione manuale di allarme incendio.

Azionamento manuale, di Tipo A (diretto).

Gli stati funzionali del modulo possono essere utilizzati come operandi, delle formule intermedie

- Completa gestione RSC® del dispositivo: programmazione, telegestione e controllo dei parametri di funzionamento
- Collegamento su loop
- Separatore di linea con doppio isolatore
- Modalità di installazione:
 - con tubazione in esecuzione a vista con scatola tubi
 - con tubazione in esecuzione sottotraccia
 - su scatola incasso 502, oppure, su scatola incasso 503 con base opzionale TFCP-FRAME.
- Accessori in dotazione:
 - scatola tubi, chiave di apertura e riarmo pulsante.
- Ambito di utilizzo in interni
- Grado di protezione IP44
- Contenitore in Policarbonato V0 Colore rosso
- EN 54-11:2001+A1:2005 - EN 54-17:2005
- Certificato di omologazione 1293-CPR-0662
- Dimensioni (L x A x P) 93 x 88 x 41mm. con la scatola tubi la quota P diventa 76mm.

Articolo 3.8.1.3.8 Segnalatore ottico/acustico per interni

Sirena indirizzata composta da due unità fisiche/logiche supervisionate: doppio ID per duplicazione funzionale, le due unità logiche sono identificate singolarmente dal Sistema, occupazione massima 2 indirizzi.

Funzioni programmabili:

- 2 criteri di funzionamento: tacitabile o non tacitabile.
- Segnalazione ottica opzionale attivabile da programmazione
- 64 modalità di suono
- Regolazione volume 2 livelli
- Ritardo e tempo di attivazione programmabili
- attuazione assoggettabile a formula algebrica
- Completa gestione RSC® del dispositivo: programmazione, telegestione e controllo di tutti i parametri di funzionamento
- Separatore di linea con doppio isolatore
- Collegamento su LOOP
- Protocollo di comunicazione proprietario ad alta velocità Fire-Speed
- Montaggio su base universale TFBASE01
- Grado di protezione IP22
- Contenitore ABS V0
- Lente di colore rossa o trasparente
- EN 54-3:2001 + A1:2002 + A2:2006 - EN 54-17:2005
- Certificato di omologazione 1293-CPR-0422
- Ingombro (Ø x H) 120 x 65mm.

Articolo 3.8.1.3.9 Segnalatore ottico/acustico per esterni

Avvisatore ottico-acustico per segnalazione allarme incendio VAD, categoria O (Open class).

- Copertura ottica O-4,6-2, volume 15m³
- Pressione acustica 101dB(A) @ 1m
- Tipo B per esterni
- Doppio indirizzo per duplicazione di funzionamento

- Funzioni programmabili:
 - . 6 criteri di funzionamento
 - . 64 modalità di suono
 - . regolazione volume 2 livelli
 - . ritardo e tempo di attivazione
 - . lampeggiante e/o segnalazione acustica escludibili
 - . Attuazione assoggettabile a formula.
- Segnalazione ottica sincronizzata
- Attuazione della segnalazione assoggettabile a formula
- Gestione RSC®: programmazione, telegestione e controllo
- Collegamento su Loop
- Doppio isolatore di linea
- Montaggio su base universale TFBASE01
- Grado di protezione IP33C
- Temperatura operativa -25°C...+70°C
- Contenitore PC-ABS
- Colore diffusore ottico bianco
- Dimensioni (D x A) 120 x 65mm
- EN 54-3:2001 + A1:2002 + A2:2006 - EN 54-23:2010 - EN 54-17:2005
- Certificato di omologazione: 1293-CPR-0825.

Articolo 3.8.1.3.10 Cavo loop

Cavo per sistemi di rilevazione incendio indirizzati per linea loop di sezione 2X2,5 twistato e schermato, FG29OHM16 conforme alle CEI20-105-V2, EN 50200, resistenza al fuoco PH120. Uo=400 V. Classificato CPR Cca S1b d0 a1.

Titolo 3.8.2 Modalità di esecuzione

Articolo 3.8.2.1 Generalità sulle tubazioni in acciaio

PREPARAZIONE

Prima di essere posti in opera tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

DILATAZIONE DELLE TUBAZIONI

Tutte le tubazioni dovranno essere montate in maniera da permettere la libera dilatazione senza il pericolo che possano lesionarsi o danneggiare le strutture di ancoraggio prevedendo, nel caso, l'interposizione di idonei giunti di dilatazione atti ad assorbire le sollecitazioni termiche. I punti di sostegno intermedi tra i punti fissi dovranno permettere il libero scorrimento del tubo.

PENDENZE E SFIATI D'ARIA

Tutti i punti alti della rete di distribuzione dell'acqua che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera, dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, muniti in alto di valvola di sfogo aria, intercettabile mediante valvola a sfera, o rubinetto a maschio riportato ad altezza d'uomo, oppure di valvola automatica di sfiato sempre con relativa intercettazione. Nei tratti orizzontali le tubazioni dovranno avere un'adeguata pendenza verso i punti di spurgo aria.

VERNICIATURA

Tutte le tubazioni in ferro nero, comprese le staffe, dovranno essere pulite, dopo il montaggio e prima dell'eventuale rivestimento isolante, con spazzola metallica in modo da preparare le superfici per la successiva verniciatura di protezione antiruggine, la quale dovrà essere eseguita con due mani di vernice di differente colore, con spessore di 30 micron per ogni mano. E' facoltà della Committente richiedere che le tubazioni non isolate ed in vista, con i relativi staffaggi, siano verniciate con due mani di minio al piombo in olio di lino cotto, applicata in due mani successive. Le tubazioni aeree della rete antincendio saranno verniciate con una doppia mano di smalto di colore rosso.

PEZZI SPECIALI

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve stampate a saldare. Per piccoli diametri, fino ad 1" 1/4 massimo, saranno ammesse curve a largo raggio ottenute mediante curvatura a freddo realizzata con apposita apparecchiatura, a condizione che la sezione della tubazione, dopo la curvatura, risulti perfettamente circolare e non ovalizzata. Le derivazioni verranno eseguite utilizzando curve a saldare tagliate a scarpa. Le curve saranno posizionate in maniera che il loro verso sia concorde con la direzione di convogliamento dei fluidi; non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni tra tubi di differente diametro (riduzioni) dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici a saldare. Le tubazioni verticali potranno avere raccordi assiali o, nel caso si voglia evitare un troppo accentuato distacco dei tubi delle strutture di sostegno, raccordi eccentrici con allineamento su di una generatrice. I raccordi per le tubazioni orizzontali saranno sempre del tipo eccentrico con allineamento sulla generatrice superiore per evitare la formazione di sacche d'aria.

RACCORDI ANTIVIBRANTI

Sulle tubazioni che devono essere collegate ad apparecchiature che possano trasmettere vibrazioni di origine meccanica alle parti fisse dell'impianto, o che in caso di sisma possano causare delle rotture, dovranno essere montate con l'interposizione di idonei giunti elastici antivibranti, raccordati alle tubazioni a mezzo giunzioni smontabili (flange o bocchettoni).

Articolo 3.8.2.2 Generalità sulle prove e verifiche in corso d'opera e in sede di collaudo degli impianti

Durante il corso dei lavori, l'Appaltatore potrà eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianto in modo da poter intervenire tempestivamente qualora non fossero rispettate le condizioni del presente documento o comunque le norme, regolamenti e disposizioni.

Tutte le verifiche e prove dovranno essere programmate ed eseguite nei giorni concordati con la D.L. ed alla presenza dei rappresentanti dell'Appaltatore.

Le verifiche dovranno essere eseguite in modo che esse risultino complete prima dell'ultimazione delle opere. Si elencano, di seguito, le principali prove e verifiche da eseguire sugli impianti, anche prima dell'ultimazione delle opere, ove necessario.

L'elenco delle sotto citate verifiche non è esaustivo, eventuali ulteriori verifiche potranno essere richieste dalla D.L.

- Controlli – Verifica quantitativa, qualitativa e funzionale per accertare la conformità alle caratteristiche fondamentali dell'impianto, specialmente per le apparecchiature di più difficile accesso a montaggio ultimato.
- Tenute – Verifica delle tenute delle tubazioni e delle canalizzazioni.
- Bilanciamenti – I circuiti acqua e aria dovranno essere perfettamente bilanciati ed equilibrati, in modo che ogni sezione intermedia o finale riceva la quantità di fluido come richiesto da progetto e le perdite di carico siano conformi a quanto stabilito.
- Controllo del funzionamento della regolazione e di tutte le sicurezze installate nonché di tutti gli automatismi e gli interblocchi.
- Controllo dei quadri elettrici e degli impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici.
- Controllo della rumorosità degli impianti.
- Verifica del sistema di regolazione automatica, degli interblocchi, delle logiche e della sicurezza.
- Controllo di tutte le segnalazioni di allarme.
- Controllo della rispondenza dei dati tecnici e prestazionali delle apparecchiature fornite. Si intende che nonostante l'esito favorevole delle prove suddette l'impresa rimane responsabile delle eventuali deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito fino al collaudo.

3.8.2.1 Impianto antincendio rete idranti

- a) Prove idrauliche durante la costruzione delle reti. Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verifichino fughe e deformazioni. Le prove di pressione sulle sole tubazioni saranno eseguite alla pressione di 1800 kPa lasciando gli impianti sotto pressione per almeno 24 ore. Le prove di pressione generali sugli impianti e sui vari circuiti saranno eseguite alla pressione di prova uguale ad 1,5 volte la pressione di esercizio lasciando il tutto sotto pressione per 12 ore.
- b) Verifica portata sugli idranti più sfavoriti in condizioni di esercizio secondo i coefficienti di contemporaneità previsti nei dati tecnici di progetto.
- c) Verifica manovrabilità delle valvole.
- d) Verifica portate, prevalenze e sequenze di funzionamento della centrale antincendio.

Titolo 3.9 TVCC - Videosorveglianza

L'implementazione di un sistema di videosorveglianza ben strutturato, permette di monitorare tutte le fasi del processo, prevenire incidenti, controllare l'accesso e garantire la sicurezza. Grazie a queste tecnologie, è possibile migliorare la gestione delle operazioni e assicurare un ambiente di lavoro più sicuro e controllato. L'integrazione del sistema di videosorveglianza in una sala controllo dedicata e un DVR per la videoregistrazione aggiunge ulteriori livelli di sicurezza e controllo, garantendo un monitoraggio continuo e un archivio storico degli eventi rilevati.

Articolo 3.9.1 Videosorveglianza**Caratteristiche generali**

I prodotti utilizzati saranno basati su IP e conformi agli standard di rete e video stabiliti e devono essere alimentati dallo switch utilizzando il cavo di rete. Gli iniettori di alimentazione (midspan) saranno forniti dall'appaltatore quando necessario per il corretto funzionamento.

Il sistema di gestione video dovrà supportare l'integrazione con dispositivi compatibili conformi alle parti pertinenti della norma IEC 62676-2-3.

Eventuali ulteriori accessori ai prodotti specificati dovranno essere forniti dall'appaltatore se necessari per il corretto funzionamento.

L'impianto TVCC è fisicamente costituito da 1 Armadio ubicato in Sala Controllo, al quali sono interfacciate tutte le telecamere posizionate in campo nelle zone più idonee alla sorveglianza di processo.

I monitor del sistema TVCC sono collocati in apposita postazione in sala controllo.

L'integrazione del TVCC nel sistema DCS attraverso l'infrastruttura FIBRA/LAN, consente all'operatore di turno di visualizzare una o più immagini di una qualsiasi telecamera anche dalla postazione operatore DCS (postazione di supervisione e controllo del processo).

Il sistema TVCC di processo è costituito dai seguenti componenti:

- TVR con capacità di archiviazione di 8Tb a 32 Canali
- Workstation Camera che supporta fino a 4 monitor con risoluzione 4k
- Switch Industriali PoE++ sia indoor che outdoor
- Licenze software di utilizzo

Da ciascuna stazione HMI è possibile gestire tutte le funzionalità del TVCC, in particolare:

- Visualizzare una o più immagini di una qualsiasi telecamera;
- Effettuare l'associazione telecamera e monitor del TVCC;
- Effettuare la gestione dello Zoom, del brandeggio e del preset per ciascuna telecamera;
- Consultare I dati storici quali immagini e informazioni di diagnostica.

Riconoscimento delle targhe

Identificare la direzione dei veicoli in un'area predeterminata, in entrata o in uscita.

L'analisi si basa su moduli software che, con precisione, possono generare automaticamente allarmi in base alle seguenti combinazioni: Elenco dei permessi, elenco dei blocchi, elenco personalizzato, direzione in entrata e in uscita, area di interesse e targa non presente nell'elenco.

Termocamere

Le termocamere hanno la finalità di monitorare le temperature nei vari punti critici dell'impianto per prevenire incendi o rilevare anomalie termiche.

Telecamere di Processo

Le telecamere di processo hanno la finalità di consentire all'operatore in sala controllo la sorveglianza di tutte le fasi del processo di trattamento dei rifiuti, dalla ricezione in zona pretrattamento alla purificazione del biogas.

Telecamere per la sicurezza esterna

Le telecamere per la sicurezza delle aree interne all'impianto e non di processo, utili a garantire la sicurezza della viabilità interna e perimetrale dell'impianto e collateralmente essere un fattore deterrente e di prevenzione per le intrusioni o eventuali atti di vandalismo.

Analisi video

L'analisi deve supportare il caricamento automatico dei dati sui sistemi di reporting centrali supportati e conterrà una funzionalità che analizzerà costantemente la scena, attenuerà efficacemente gli effetti esterni come le condizioni atmosferiche avverse, le ombre, il movimento della vegetazione e l'illuminazione variabile e adotterà automaticamente e continuamente questi cambiamenti nella scena. L'analisi deve supportare la definizione di zone monitorate con un minimo di 4 poligoni liberamente composti. Una volta applicata, la zona non richiede ulteriori regolazioni da parte dell'utente.

La funzionalità di analisi, se applicabile, si integra con la funzionalità eventi delle telecamere di rete e supporta almeno le seguenti risposte:

- Invio di notifiche tramite HTTP, HTTPS, TCP, MQTT o e-mail.
- Invio di immagini tramite FTP, HTTP, HTTPS, condivisione di rete o e-mail.
- Inviare videoclip, tramite FTP, HTTP, HTTPS, condivisione di rete o e-mail.
- Registrazione su memoria locale e/o di rete
- Attivare uscite basate sul sistema per controllare cancelli, luci e allarmi sonori.

L'analitica deve supportare l'integrazione delle funzionalità degli eventi, compresi gli allarmi, nelle applicazioni di gestione video dei partner supportati, come definito dal produttore.

Componenti impianto

Le telecamere dovranno essere connesse alla centrale TVCC realizzando un collegamento in fibra ottica del tipo OM3 50/125 a 12 fibre. A tale scopo si dovranno impiegare media converter da 10/100/1000BASE-T a 1000BASE-SX GIGABIT per il passaggio dal cablaggio in rame a quello in fibra. La rete di trasmissione del segnale video costituita da fibra ottica monomodale OM3 50/125 a 12 fibre; N° 6 quadri di campo con all'interno gli switch Industrial Ethernet ottici, i box ottici per la connessione delle telecamere alla rete dati ed il gruppo di continuità locale (UPS).

Un sistema TVCC comprensivo di NVR multicanale per la registrazione dei dati video provenienti dalle telecamere IP, postazione di supervisione e controllo con Personal Computer, gruppo di continuità, postazione con monitor Full HD.

Dovrà essere installata, nella sala controllo situata al piano primo all'interno della palazzina uffici, una centrale di gestione TVCC in Armadio per il sistema di videosorveglianza ed avente le seguenti caratteristiche:

- carpenteria in lamiera di acciaio 1000x800x250 mm completa di pannelli laterali incernierati apribili e smontabili senza attrezzo, fondo posteriore completamente aperto, porta reversibile con vetro di sicurezza e chiusura a chiave, montanti in acciaio galvanizzato regolabili in profondità, realizzata in lamiera di acciaio piegata, rivestimento a base di poliestere strutturato di colore grigio RAL7035, predisposizione per ingresso cavi anche dal basso e dall'alto. Completo di banda 19 pollici 6 prese universali interruttore luminoso e passacavi 19 pollici guida anteriore plastica;
- convertitore multimediale di rete 10/100/1000BASE-T a 1000BASE-SX GIGABIT ;
- MGB-SX Mini GBIC attacco fibra tipo LC Risponde alla IEEE 802.3ab / 802.3z Gigabit Ethernet standard 1 X 1000Mbps TP/ LC fiber port Duplex/Single connettore LC. Single power supply 3.3V TTL signal detect indicator.
- NVR (Network Video Recorder) di tipo embedded dotato di 36 ingressi IP, compressione h.265,

risoluzione dei canali IP sino a 12Mpixel, banda totale massima in ingresso 320Mbps, 1 ingresso audio, canale voice talk, 2 uscite audio 2 uscite video HDMI 4K, 2 uscite video VGA (Full HD), 16 ingressi di allarme, 4 uscite a relè, porte RS485 ed RS 232. Dotato di doppia scheda di rete Ethernet 1Gbps configurabile, sino a 128 stream in rete, sino a 8HDD SATA da 6T, 1 porta eSATA per registrazione e back up, gestione dei dischi RAID 0/1/5/10, 1 porta USB, alimentatore interno 110-240Vac;

- N° 4 Hard Disk 4TB per uso intensivo;
- N° 1 postazione PC Embedded con N° 4 monitor 40 pollici Full HD
- Switch 16 Porte PoE 10/100/1000M + 1 Uplink 1000M RJ45 + 1 1000M SFP. Controllo di flusso IEEE 802.3at/af ed alimentazione 110-240 Vac; Switch Ethernet gestibile a 8 porte fibra 100 / 1000X SFP + 2 porte 10/100 / 1000T 8 slot mini-GBIC SFP 100 / 1000Base-X, Gigabit Ethernet RJ-45 a 2 porte 10/100/1000 Base-T, interfaccia della console RJ-45 per la gestione e l'impostazione di base, Sistema di alimentazione ridondante: 100 V ~ 240 V CA / Doppio 36 V ~ 72 V CC. Protezione da mancanza di alimentazione ridondante attiva-attiva, Backup di una caduta di tensione su un'unica fonte, 2 ingressi digitali (DI), 2 uscite digitali (DO). Integra i sensori nel sistema di allarme automatico. Trasmette l'allarme sulla rete IP tramite trap SNMP.

Le telecamere saranno del tipo PTZ (comandabili dall'operatore in centrale di monitoraggio) a colori e ad alta risoluzione (1920x1080 pixel di valore minimo).

Per quanto riguarda il flusso dati, l'intero impianto dovrà necessariamente essere perfettamente integrato con l'impianto dati realizzato per la supervisione ed il controllo dei macchinari. Qualora le telecamere non siano provviste di uscita in fibra ottica esse dovranno essere equipaggiate con media converter che consentano la conversione delle informazioni da rame a fibra.

9. Per evitare un eccessivo impiego di fibre per l'invio dei dati, a valle delle telecamere verranno sistemati dei nodi di concentrazione (Switch) che permetteranno di raccogliere il flusso dati ed inviarlo in centrale mediante un solo BUS in fibra ottica. Nel complesso sono previsti 5 switch che convoglieranno le informazioni delle 51 telecamere in 5 coppie di fibre sino alla Stazione di monitoraggio.

10. Gli switch verranno posti in posizione baricentrica, rispetto alle telecamere che dovranno gestire, e verranno alloggiati in appositi quadri posizionati all'interno delle cabine BT di impianto e/o locali quadri già a servizio dell'impianto.

Requisiti del cablaggio ottico

Indipendentemente dalla tipologia di edificio (a distribuzione verticale od orizzontale), il cablaggio ottico soddisferà le seguenti caratteristiche:

- la tipologia di fibra ottica utilizzata deve essere di tipo monomodale a bassa sensibilità alla curvatura, rispondente alla categoria B6_a della norma CEI EN 60793-2-50;
- le dimensioni dei cavi utilizzati dovranno essere compatibili con gli ingressi degli accessori (CSOE e STOA) e dovranno essere scelte in modo da evitare la saturazione delle tubazioni predisposte;
- i cavi impiegati all'interno degli edifici dovranno essere completamente dielettrici e rispondere alla norma CEI EN 60794-2-20. Per ragioni di sicurezza, tali cavi dovranno avere caratteristiche di non propagazione dell'incendio previste dalle norme CEI EN 60332-3-25 Cat. D (Non propagazione dell'incendio), CEI EN 60332-1-2 (Non propagazione della fiamma), CEI EN 61034-2 (Densità dei fumi) e il materiale costituente le guaine dovrà essere conforme alle norme CEI EN di riferimento;
- i cavi utilizzati negli impianti esterni (edifici a distribuzione orizzontale) dovranno essere in accordo con le norme CEI EN 60794-3, secondo la tipologia e l'ambiente d'installazione scelta.

Per la posa in tubazioni sotterranee esterne, potranno essere previste protezioni aggiuntive (es. anti-roditori, non propagazione acqua, ecc.);

tutti i cavi ottici utilizzati dovranno essere provvisti di marcatura sulla guaina esterna, che riporti le seguenti informazioni:

- anno di fabbricazione
- n° di fibre contenute
- tipologia e nome commerciale delle fibre ottiche

per ragioni di sicurezza e di facile identificazione, è necessario identificare il cavo ottico con una etichetta dove sia riportato il simbolo laser. Tale etichettatura deve essere prevista in ogni punto della rete dove il cavo sia accessibile (es. scatole ai piani, ecc.);

Le tipologie di cavo ottico impiegato devono essere considerate in relazione alla possibilità di installazione negli spazi installativi definiti in progetto. La struttura del cavo dovrà garantire che le sollecitazioni di tiro durante la posa non influenzino negativamente le caratteristiche trasmissive e meccaniche delle fibre ottiche

(ad esempio tramite adeguato spessore della guaina, opportuni membri di rinforzo, etc...). Dovranno pertanto essere indicate dal costruttore le forze di tiro applicabili al cavo durante la posa e la sua temperatura di esercizio.

Al fine di salvaguardare la durata dell'impianto nel tempo è fondamentale che in fase di predisposizione delle infrastrutture, siano rispettati i raggi di curvatura dei cavi indicate nelle specifiche tecniche di prodotto (ad es. da 5 a 10 volte il diametro del cavo a seconda della dimensione del cavo) e che tali valori siano controllati durante la posa. Inoltre, tutti gli accessori impiegati devono rispettare il raggio di curvatura minimo delle fibre (15 mm), per garantirne l'affidabilità meccanica. Durante l'installazione dei cavi, dovrà essere prestata attenzione a limitare il fattore di riempimento dei tubi, per agevolare le operazioni di esercizio e manutenzione. Al fine di garantire il corretto funzionamento dei connettori ottici, si raccomanda di pulire accuratamente le relative superfici terminali, onde evitare che le eventuali impurità possano comprometterne le prestazioni e l'affidabilità nel tempo. In generale, i connettori dovranno trovarsi in un ambiente protetto da agenti atmosferici e da eventuali danneggiamenti meccanici (usando opportunamente contenitori o scatole di terminazione).

Articolo 3.9.2 Automazione e controllo Direttiva NIS

La Direttiva NIS (Network and Information Security) è un regolamento dell'Unione Europea volto a garantire un livello elevato comune di sicurezza delle reti e delle informazioni in tutti gli Stati membri e l'incremento della resilienza cibernetica. La NIS2, in sintesi, impone nuovi obblighi di conformità ponendo particolare enfasi sulle reti industriali e i sistemi OT e mira a colmare le lacune in campo informatico e a rispondere meglio alle sfide emergenti nel panorama della sicurezza informatica. In particolare in ambito OT, storicamente isolate dal mondo esterno, oggi sono sempre più interconnesse con i sistemi IT e internet di assistenza remota.

I vantaggi dell'adozione di una progettazione attenta e compliant alla nuova normativa NIS2 sono riconducibili principalmente ai seguenti:

- Protezione della vita umana;
- Protezione dei dati (anche storici) e dei flussi di dati;
- Business continuity dell'operatività IT e OT

Sistema di controllo dei processi

Il sistema di controllo dei processi di trattamento all'interno dell'impianto in progetto sarà del tutto automatizzato e controllabile in remoto dagli operatori addetti; più in dettaglio, i sistemi di controllo sono costituiti da pc di processo che comunicano, attraverso un sistema "bus", con un PLC decentrato, posizionato in apposito quadro separato; un computer di visualizzazione trasmette dunque i dati al PLC affinché possano essere effettuati la regolazione ed il controllo dei processi (non è dunque necessario intervenire operativamente sul PLC, in quanto i dati sono scambiati tramite databank nel computer di visualizzazione, che è munito anche di modem e software di comunicazione per un rapido supporto in remoto in caso di problemi).

L'intero impianto di supervisione e controllo (automazione, building automation, monitoraggio consumi, etc.) utilizza un software SCADA principale ed è progettato e concepito per consentire la piena integrazione ed interfacciabilità di tutte le macchine ed apparecchiature presenti nel sito.

Sarà presente un'unica infrastruttura di comunicazione di rete (cablata in fibra ottica/rame/wireless) a cui tutti i quadri package, le apparecchiature e sistemi informatizzati faranno capo, fermo restando le necessità operative mirate alla segmentazione della rete utile a garantire un alto standard di isolamento. Anche a tale scopo si farà uso di HOST VIRTUALI (da opa in poi VH) utili a garantire l'operatività d'impianto ed a razionalizzare l'eventuale accesso dall'esterno, ai fini manutentivi e/o di intervento, da parte dei fornitori. L'hardware e il software del sistema saranno collaudati sul campo e aggiornati rispetto la data di emissione del presente documento. Il sistema deve consentire le massime possibilità di aggiornamento hardware e software. La modularità del sistema e la logica di progettazione devono

salvaguardare l'architettura originale, anche in caso di future modifiche del sistema.

L'apparato VH sarà in grado di funzionare, in caso di guasto all'impianto di condizionamento, a una temperatura compresa tra 0° C e 50° C con un'umidità del 70% (non condensate). Le condizioni ambientali saranno prese in considerazione per il normale funzionamento del sistema (24°C ± 2°C) ad un'umidità relativa del 60%. I rack offriranno protezione contro le comuni interferenze industriali a radiofrequenza ed elettromagnetiche previste nell'ambiente e saranno conformi alla norma IEC 61000-4. I VH saranno alimentati tramite due linee, 240V, 50Hz derivate dal sistema UPS, mentre i sistemi ausiliari dei rack per i VH (ventilatori, sistema di raffreddamento, lampade, etc.) saranno alimentati da una linea 230V, 50Hz a sorgente non privilegiata.

Il collegamento con i sistemi remoti sarà realizzato considerando una tipologia di fibra multimodale 50/125 micron OM4 per distanze fino a 2 km e monomodale 9/125 micron per distanze superiori a 2km. Anche i sistemi bus per la gestione dell'illuminazione o quelli per la domotica generale saranno comunque dotati di gateway IP che li renderanno interrogabili e comandabili all'interno della stessa infrastruttura IT.

Availability

L'obiettivo di questa fornitura è aumentare il più possibile la percentuale di disponibilità annuale dei servizi OT e portare la disponibilità di almeno tutti i server di processo al livello "cinque nove" (99,999%).

Cybersecurity

Ogni dispositivo OT che produce e gestisce dati deve essere configurato in conformità ai principi e alle misure di controllo previsti dal National Framework for Cybersecurity and Data Protection, nonché rispetto alla recente Direttiva (UE) 2016/1148 del Parlamento europeo denominata NIS2.

Come requisito generale relativo ai sistemi operativi Windows, l'uso del protocollo SMB deve essere evitato per qualsiasi VM configurata. L'approccio alla gestione della sicurezza informatica prevede l'integrazione tra sicurezza predittiva, preventiva e proattiva. La sicurezza predittiva si sviluppa attraverso l'attività di Threat Intelligence, e consiste nella raccolta e analisi di dati per identificare in anticipo le minacce potenziali o effettive all'infrastruttura IT e OT; la sicurezza preventiva agisce in termini di analisi del rischio tecnologico, umano e di processo. La sicurezza proattiva permette l'adozione degli approcci relativi alla security by detection e alla security by reaction.

Segmentazione delle reti IT e OT

Questo approccio è essenziale per evitare che minacce informatiche che colpiscono la rete IT possano propagarsi ai sistemi di controllo industriale (OT), che gestiscono processi critici. La segmentazione è ottenuta tramite una combinazione di separazione fisica delle reti e protezioni logiche (come firewall e segmentazione VLAN). La rete IT include i sistemi aziendali, come i server per l'elaborazione dei dati, i NAS per il backup, e i dispositivi di accesso remoto sicuri. Questa rete può essere connessa a Internet per supportare le attività aziendali, come l'accesso al cloud e la gestione amministrativa. Tuttavia, tutte le connessioni tra la rete IT e la rete OT devono passare attraverso firewall e sistemi di monitoraggio IDS/IPS per garantire che solo il traffico autorizzato possa transitare tra le due reti. La rete OT comprende tutti i dispositivi e i sistemi che controllano i processi industriali, come i PLC (Programmable Logic Controllers), i DCS (Distributed Control System), i sistemi SCADA e i dispositivi sul campo (sensori, attuatori, HMI). La rete OT deve essere segmentata ulteriormente al suo interno per garantire che un potenziale attacco non possa compromettere l'intera infrastruttura. La segmentazione rigorosa tra IT e OT ha la finalità di ridurre la superficie di attacco e minimizzare le possibilità che un'intrusione nella rete IT possa influenzare i sistemi OT ed evitare, in tal modo, i cosiddetti "movimenti laterali" di un attacco informatico.

Firewall e Sistemi IDS/IPS

I firewall svolgono un ruolo cruciale nel bloccare il traffico non autorizzato e garantire che solo gli utenti e i dispositivi legittimi possano accedere ai sistemi OT. I firewall devono essere configurati per segmentare fisicamente le reti e filtrare il traffico basato su protocolli sicuri e regole di accesso prestabilite.

Oltre ai firewall, l'architettura di cybersecurity deve includere sistemi di Intrusion Detection (IDS) e Intrusion Prevention (IPS). Questi sistemi monitorano costantemente il traffico di rete alla ricerca di attività anomale o comportamenti sospetti, come tentativi di accesso non autorizzato o trasferimenti di dati insoliti. Gli IDS sono passivi e registrano gli eventi sospetti per successiva analisi, mentre gli IPS sono attivi e possono bloccare in tempo reale gli attacchi rilevati.

IDS e IPS sono strumenti critici per la protezione in tempo reale della rete industriale da minacce informatiche. Sistemi come Snort o Suricata possono essere utilizzati per monitorare il traffico in tempo reale (PCAP - packet capture), individuare anomalie e agire tempestivamente. L'integrazione con i firewall consente una protezione multilivello. Questi software includono, tra le altre, alcune funzionalità come il Multithreading, network-based intrusion detection systems (NIDS) e intrusion prevention systems (IPS).

Autenticazione e Accesso Sicuro

L'accesso ai sistemi OT deve essere ristretto e consentito solo a personale autorizzato, seguendo una politica di least privilege (minimo privilegio), che garantisce che gli utenti abbiano accesso solo ai sistemi e ai dati necessari per il loro ruolo. Tutti gli accessi remoti devono avvenire tramite VPN sicure che cifrano il traffico e garantiscono l'integrità dei dati. L'accesso remoto deve essere concesso solo previa autenticazione forte, come l'autenticazione multifattoriale (MFA), che richiede una combinazione di più fattori (password e token, oppure impronte digitali e chiavi di sicurezza). La gestione degli accessi deve essere basata su ruoli e responsabilità (RBAC - Role-Based Access Control). Gli amministratori di rete e il personale tecnico devono avere accesso a determinate risorse e funzioni, mentre l'accesso ai dati sensibili deve essere strettamente limitato. Questo garantisce che solo il personale strettamente autorizzato possa accedere a dati critici e funzioni chiave dell'impianto.

Monitoraggio e Logging

I log devono essere conservati e analizzati regolarmente per individuare eventuali attività anomale. L'adozione di sistemi SIEM (Security Information and Event Management) consente di centralizzare e analizzare i log provenienti da diversi dispositivi (firewall, IDS, server). Gli eventi sospetti vengono classificati e segnalati in tempo reale, consentendo interventi tempestivi.

Il monitoraggio continuo è una componente imprescindibile, che garantisce l'opportunità di rispondere prontamente a potenziali minacce e fornire report dettagliati in caso di violazione della sicurezza.

Cifratura dei Dati

I dati scambiati tra la rete IT e la rete OT, così come i dati trasmessi via VPN o conservati nei sistemi di backup, devono essere protetti da cifratura avanzata. La cifratura end-to-end garantisce che i dati siano leggibili solo da destinatari autorizzati, rendendo difficile l'intercettazione e la manipolazione da parte di attori malevoli.

Piano di backup e ripristino

Il Piano di Backup è una componente critica per la sicurezza e la resilienza del sistema industriale, è essenziale garantire che i dati critici e le configurazioni dei sistemi siano protetti contro guasti, attacchi informatici o errori operativi.

Un backup efficace deve prevedere la copia e la protezione di tutti i dati chiave, inclusi:

- Configurazioni dei PLC e SCADA: Parametri operativi, logiche di controllo, e impostazioni di rete devono essere salvati regolarmente, dato che eventuali modifiche non documentate o perdite di configurazione possono compromettere l'intero processo di automazione.
- Dati di processo e di produzione: I dati storici riguardanti la produzione, come le quantità di biogas e biometano prodotti, devono essere regolarmente salvati per poter monitorare l'efficienza del processo nel tempo.
- Backup delle infrastrutture IT e OT: I sistemi di gestione e supervisione, come i server che ospitano il SCADA e il DCS, devono essere inclusi nel piano di backup per garantire che eventuali guasti

possano essere ripristinati senza perdita di dati critici. Un buon piano di backup si basa su diverse strategie di backup per garantire la massima protezione e disponibilità dei dati:

- Backup completo che crea una copia completa di tutti i dati e configurazioni del sistema a cadenza mensile;
- Backup incrementale che copia solo i dati che sono stati modificati o aggiunti dall'ultimo backup completo o incrementale a cadenza giornaliera.

Strategia di Archiviazione

Si è scelto di adottare una strategia di archiviazione che assicuri la protezione e la disponibilità dei dati anche in caso di guasti hardware o attacchi informatici:

- NAS (Network Attached Storage): I dati di backup dovrebbero essere salvati su sistemi NAS, dispositivi di archiviazione collegati alla rete che offrono una piattaforma centralizzata e sicura per la gestione dei backup. Questi sistemi devono essere ridondanti, con dischi in configurazione RAID per garantire che eventuali guasti hardware non compromettano la disponibilità dei dati.
- Backup off-site: Una copia dei backup dovrebbe essere conservata off-site (fuori dal sito), idealmente in una struttura cloud o in un data center remoto, per proteggere i dati da eventi fisici come incendi o calamità naturali che potrebbero colpire l'impianto.

Backup e Ripristino dei Sistemi SCADA e DCS

I sistemi di automazione e controllo (SCADA e DCS) sono il cuore del funzionamento dell'impianto, si prevede un piano di backup dedicato per questi sistemi:

- Backup delle configurazioni di rete e dei dispositivi: I parametri di rete, come gli indirizzi IP dei dispositivi, le configurazioni dei firewall, e le impostazioni dei server di supervisione;
- Backup periodico del database SCADA: Il database SCADA, che contiene i dati di monitoraggio e di produzione, deve essere copiato e archiviato a cadenza giornaliera;
- Backup delle logiche PLC: Le logiche di controllo dei PLC, che gestiscono i processi operativi dell'impianto, devono essere salvate sia localmente sui server OT che nel sistema di backup off-site.

Tempi di Ripristino (RTO) e Obiettivo del Punto di Ripristino (RPO)

Il piano di backup include anche i tempi di ripristino e il punto temporale da cui ripristinare i dati per garantire la continuità delle operazioni in caso di guasto.

- RTO (Recovery Time Objective) rappresenta il tempo massimo accettabile per il ripristino del sistema dopo un guasto. Per i sistemi critici come SCADA e PLC, l'RTO viene fissato a 2 ore per ridurre al minimo i tempi di inattività dell'impianto.
- RPO (Recovery Point Objective) definisce l'intervallo massimo di dati che possono essere persi in seguito a un guasto. Idealmente, il sistema dovrebbe garantire un RPO di 30 minuti, assicurando che al massimo solo i dati prodotti in questo lasso di tempo possano essere persi. Questo obiettivo può essere raggiunto attraverso backup incrementali frequenti e sistemi di archiviazione in tempo reale.

Piano di Disaster Recovery

Il Piano di Disaster Recovery descrive le azioni da intraprendere per ripristinare rapidamente i sistemi critici in seguito a un guasto o un attacco informatico.

Grazie al sistema di monitoraggio che identifica rapidamente un guasto (ad esempio, un crash di un server SCADA, incendio, inondazione) o un attacco informatico. Gli incidenti devono essere classificati in base alla gravità e all'impatto sui processi produttivi, con una chiara scala di priorità: Alta, Media, Bassa. Una volta identificato l'incidente, il passo successivo è l'isolamento del problema per impedire ulteriori danni. Ad esempio, nel caso di un attacco informatico, il traffico di rete sospetto deve essere bloccato immediatamente tramite il firewall e i sistemi IDS/IPS. Nel caso di un guasto hardware, i sistemi colpiti devono essere scollegati per evitare propagazioni di guasti (ad esempio, danni ai server di backup).

La fase successiva prevede il ripristino dei dati dai backup più recenti. Se si tratta di dati di produzione

o di configurazioni SCADA, è fondamentale utilizzare backup validati e testati. Il ripristino deve essere eseguito in ordine di priorità: prima i sistemi critici come SCADA e PLC, poi i sistemi IT secondari. Nel caso di ripristino di un sistema critico come il DCS, i tecnici devono verificare che tutti i sensori, attuatori e le logiche di controllo siano operative prima di riportare l'impianto in produzione. Dopo il ripristino, tutti i sistemi devono essere verificati e sottoposti a test di funzionalità per garantire che siano stati ripristinati correttamente e siano operativi. I log del sistema devono essere controllati per assicurarsi che non vi siano errori o avvisi critici.

Una volta risolto l'incidente, è importante condurre una post-mortem analysis per comprendere l'origine del problema, valutare l'efficacia del piano di recovery e individuare aree di miglioramento. Questo feedback aiuterà a ottimizzare i futuri piani di disaster recovery e ridurre ulteriormente il rischio di downtime.

Distribuzione

L'impianto in oggetto avrà come distribuzione in campo il seguente assetto:

- N. 1 Rack denominato RACK_UFFICI (19" da 42U a pavimento) posizionato nella palazzina uffici, al piano terra nella sala dei quadri elettrici, che sarà destinato ad ospitare l'hardware utile alle connessioni dall'esterno verso il mondo OT, in questo rack saranno presenti i router che forniscono le connessioni di impianto da e verso il mondo Internet; i firewall e gli switch di tipo managed che gestiranno e instraderanno le suddette connessioni. In particolare saranno presenti:
 - i Firewall e gli switch di tipo managed per gestire e porre in essere la segregazione delle connessioni così da segmentare e separare, anche fisicamente, le connessioni da e verso l'esterno in direzione OT e le connessioni verso il campo.
 - un Wireless LAN Controller per la gestione senza soluzione di continuità delle reti AP Wi-Fi;
 - il centralino VOISPEED per la gestione della fonia IP Based;
 - i Server sui quali far girare i Virtual Host utili a garantire l'intero funzionamento di impianto sia per il comparto IT che per quello OT.
 - Il NAS Engine utile a garantire il Backup di tutti i sistemi ed il NAS Storage che ospiterà materialmente i dischi;
 - un PC per la distribuzione, la configurazione e l'aggiornamento dei client presenti;
 - un pc dedicato al disaster recovery;
 - patch panel multimodale a 48 porte;
- N.1 Rack denominato RACK_PRE (19" da 42U a pavimento), posizionato all'interno della Cabina C1_bis e includerà:
 - PLC in configurazione ridondata;
 - Connessione ai package;
 - Schede I/O con 20% di spare per ogni tipologia di segnale;
 - Doppia alimentazione 230Vca da UPS;
 - HMI Touchscreen fronte quadro da 22";
 - In sezione separata, ma nello stesso quadro:
 - PLC failsafe per ESD (minimo SIL2);
 - Schede I/O failsafe con 20% di spare per ogni tipologia di segnale ESD;
 - Doppia alimentazione 230Vca da UPS;

- N.1 Rack denominato RACK-DIGESTORE (19" da 24U a pavimento), posizionato nei pressi della sala pompe del biodigestore:
 - PLC in configurazione ridondata;
 - Connessione ai package;
 - Schede I/O con 20% di spare per ogni tipologia di segnale;
 - Doppia alimentazione 230Vca da UPS;
 - HMI Touchscreen fronte quadro da 22";
 - In sezione separata, ma nello stesso quadro:
 - PLC failsafe per ESD (minimo SIL2);
 - Schede I/O failsafe con 20% di spare per ogni tipologia di segnale ESD;
 - Doppia alimentazione 230Vca da UPS;
- N.1 Rack denominato RACK-REFLUI (19" da 42U a pavimento), posizionato nel locale quadri del trattamento reflui:
 - PLC in configurazione ridondata;
 - Connessione ai package;
 - Schede I/O con 20% di spare per ogni tipologia di segnale;
 - Doppia alimentazione 230Vca da UPS;
 - HMI Touchscreen fronte quadro da 22";
 - In sezione separata, ma nello stesso quadro:
 - PLC failsafe per ESD (minimo SIL2);
 - Schede I/O failsafe con 20% di spare per ogni tipologia di segnale ESD;
 - Doppia alimentazione 230Vca da UPS;
- N.1 Rack denominato RACK-C2 (19" da 42U a pavimento), posizionato nel locale quadri del trattamento reflui:
 - PLC in configurazione ridondata;
 - Connessione ai package;
 - Schede I/O con 20% di spare per ogni tipologia di segnale;
 - Doppia alimentazione 230Vca da UPS;
 - HMI Touchscreen fronte quadro da 22";
 - In sezione separata, ma nello stesso quadro:
 - PLC failsafe per ESD (minimo SIL2);
 - Schede I/O failsafe con 20% di spare per ogni tipologia di segnale ESD;
 - Doppia alimentazione 230Vca da UPS;

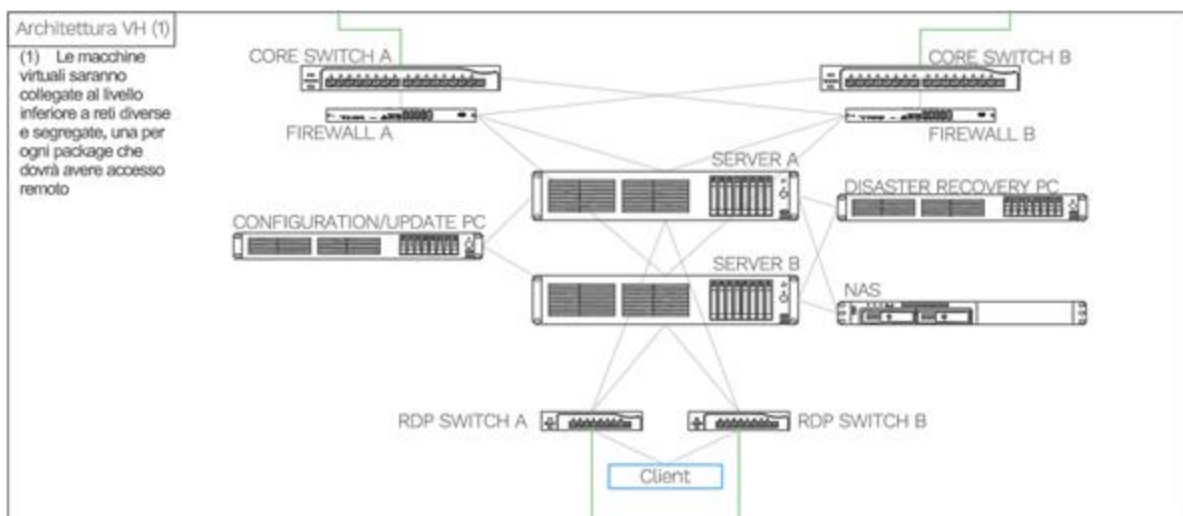
Due alimentatori posti in parallelo, ognuno in grado di sopportare il 100% del carico richiesto, per la regolazione e alimentati dalla linea di alimentazione privilegiata. Le schede I/O di interfaccia con il campo dovranno prevedere uno spare del 20% per ciascuna tipologia di segnale (AI, AO, DI, DO). Ciascuna CPU dovrà essere collegata singolarmente all'armadio di rete presente in Sala Controllo, senza l'ausilio di hub o switch installati all'interno del quadro. Inoltre ciascuna CPU dovrà essere collegata, mediante comunicazione dedicata, al Touch Panel su fronte quadro e a tutti i sistemi periferici. Una

sezione separata, ma sempre all'interno dello stesso quadro, dovrà essere dedicata alla parte di sicurezza ESD certificata SIL2 minimo. Anche in questo caso le schede I/O di interfaccia con il campo dovranno prevedere uno spare del 20% per ciascuna tipologia di segnale (AI, AO, DI, DO). Le morsettiere di interfaccia con la strumentazione in campo dovranno essere separate da quelle relative alla sezione non di sicurezza.

Architettura sala controllo

Il sistema, montato in rack da 19", è costituito da:

- N°2 Core switches
- N°2 Firewalls
- N°2 Server HPE ProLiant DL380 or SYNETO HYPER Series 3000 o equipollenti
- Server di configurazione, ripristino, Disaster recovery
- N°2 RDP switches per la connessione dei thin client
- N° 3 thin clients a doppio schermo con tastiere e mouse
- NAS (Network Attached Storage)



Dettaglio dell'architettura di Virtual Host estratto dall'elaborato 8.2.2-23008-OW-C-82-DD-037-HA4-1-SCHEMA A BLOCCHI RETE DATI.

Specifiche minime Server:

- 16 core @ 2.4 GHz o superiori
- Minimum 8TB HDD plus SDD for cache.
- Minimum 256 GB RAM (preferibile 512 GB)
- 2 x 10GbE RJ45 + 1 x IPMI RJ45 ports

- HPE Integrated Lights-Out (iLO) oppure SYNETO OS Ultime versioni
- Doppia linea di alimentazione 230Vac

RDP e Core Switches

Gli Switch saranno di marca HPE, DELL, CISCO. Gli switch core dovranno avere almeno 24 porte RJ45 configurabili ciascuno e connessioni in fibra ottica monomodale o multimodale. Da includere in fornitura N°20 SFP multimodale, N°4 monomodale, N°10 SPF RJ45. Gli switch RDP dovranno avere almeno 12 porte RJ45 ciascuno, con funzionalità almeno Layer 2 e dovranno gestire connessioni a 100MBPS e 1Gbps. Sul lato Field Connection, è preferibile uno switch firewall con soluzione integrata in grado di segregare le reti come da architettura proposta. Gli switch dovranno avere una doppia linea di alimentazione a 230Vac.

Firewall

Il firewall dovrà essere di marca Fortinet o Cisco e dovrà garantire collegamenti di almeno 1Gbps.

Thin Clients

I thin client devono essere dotati di doppio monitor. Le porte USB non necessarie per il collegamento di mouse e tastiera devono essere evitate o chiuse meccanicamente per evitare qualsiasi connessione a chiavi USB con potenziale rischio di virus. I thin client dovranno essere di marca HP o DELL o equipollenti, i monitor saranno LCD da almeno 27", la tastiera e il mouse saranno inclusi nella fornitura.

Configuration and restore computer

Un computer per il ripristino e la configurazione sarà incluso nell'ambito del lavoro e sarà installato all'interno del RACK_CED.

NAS

Almeno una unità Rack Synology, HP o DELL ad alte prestazioni come archiviazione per i servizi sopracitati di configurazione, ripristino, backup, disaster recovery.

Funzionalità del sistema di supervisione

Il sistema di supervisione espleterà le seguenti funzionalità principali:

- monitoraggio e controllo continuo del funzionamento di tutte le apparecchiature facenti parte degli impianti;
- visualizzazione, storicizzazione e gestione degli allarmi e degli eventi;
- visualizzazione, storicizzazione delle misure;
- valutazione dei principali parametri di funzionamento e prestazionali di sala (consumi specifici ed utilizzi dei principali vettori) e delle singole macchine (vibrazioni, temperature, ecc.);

In generale dovranno essere messe sotto trend almeno tutte le variabili analogiche di ingresso e di uscita legate alle regolazioni (sia PID che a soglie) in modo da permettere all'operatore di impostare trend personalizzati su qualsiasi variabile. Dovranno inoltre essere storicizzati anche i comandi (manuali ed automatici) e gli stati delle utenze nonché i passaggi auto/man. Il log eventi dovrà in ogni caso essere condiviso con Fenice in fase di realizzazione al fine di permetterne una efficace ottimizzazione. Inoltre, dovranno essere predisposti trend predefiniti per ciascun sottosistema controllato.

Interfaccia operatore

I pannelli HMI devono avere uno "switch software" che permette di prendere il comando da locale inibendo i controlli dall'altro pannello e dallo SCADA principale, facendo apparire su ogni pagina grafica un messaggio nel caso di inibizione. Resta il fatto che lo SCADA centrale ha la priorità e può riprendersi il controllo da solo, inibendo i pannelli HMI.

Ogni operatore sarà abilitato allo svolgimento almeno delle seguenti azioni:

- monitorare variabili di processo analogiche e stati di attuatori ed utenze (valvole, motori, ecc.);
- comandare apertura/chiusura di valvole ed accensione/spengimento di motori;
- selezionare procedure in Automatico/Manuale ove previsto;
- selezionare utenze ove previsto;
- richiamare regolatori sulla stessa pagina di sinottico interessata ed interagire con essi per espletare sequenze di AUTO/MAN, modulazione dell'uscita in MAN, impostare Target di Rampa, o verificare la regolazione, impostare Set Point, etc.;
- verificare la disponibilità dei comandi per le utenze;
- visualizzare/riconoscere allarmi di Sistema e/o di Processo;
- resettare eventuali anomalie sui comandi o blocchi di apparati;
- visualizzare ore di funzionamento per motori ed utenze in genere;
- visualizzare tempi di attesa per le operazioni in corso;
- monitorare i consumi e le produzioni dei vettori;

Saranno inoltre implementati collegamenti diretti tra le pagine video (ad esempio mediante click sulle descrizioni delle direzioni delle tubazioni, oppure su parti di impianto) senza necessità di ricorrere obbligatoriamente ai menu generali delle pagine video.

Sarà possibile per gli operatori espletare anche queste ulteriori funzioni:

- monitorare Trend delle variabili di processo controllate;
- visualizzare (ma non modificare, la modifica sarà possibile solo sotto password) i parametri di tuning sui vari regolatori (Guadagno, Integrale, ecc.); tali parametri saranno modificabili solo con apposito livello di privilegio;
- visualizzare le soglie di allarme per tipologia, con relativi valori d'isteresi;
- impostare, ove previsto, soglie di intervento delle logiche di tipo on-off (senza che queste ultime siano necessariamente legate a soglie preimpostate di allarme).
- operare una diagnostica dell'hardware, con rilievo di eventuali anomalie su ognuna delle schede, CPU, alimentatori, bus di comunicazione, con possibilità di riconoscimento dettagliato delle stesse;

- monitorare le CPU in Runtime con relativo carico di buffer e di memoria RAM sia utente che di programma;

Allarmi e diagnostica di sistema

Andrà fatta una netta distinzione tra l'analisi dello stato dell'hardware di macchina con quella inerente alle anomalie di processo o dispositivi di campo. Dalla visione di tutte le pagine proposte sarà evidente l'esistenza di un Banner Allarmi in ogni pagina. Qui saranno visualizzate tutte le anomalie. Gli Allarmi potranno essere riconosciuti e quindi cancellati se non più presenti. Deve essere prevista anche la segnalazione di ogni anomalia relativa all'hardware e alla mancanza di collegamento con la supervisione e/o con la postazione locale. In tale condizione, in particolare, i valori visualizzati non devono rimanere congelati, ma deve essere chiaramente indicata l'anomalia.

Deve essere infine prevista una pagina allarmi con le funzionalità di:

- elenco allarmi attivi;
- riconoscimento allarmi;
- tacitazione allarmi;
- cancellazione allarmi dall'elenco (non dallo storico);

Sicurezza del sistema

Su tutte le macchine oggetto del presente Appalto dovrà essere effettuato quanto segue:

- disabilitazione, in modalità operatore, dell'accesso alla barra di Windows;
- disabilitazione, in modalità operatore, delle porte USB;
- disabilitazione, in modalità operatore, del lettore/masterizzatore DVD;
- disabilitazione, in modalità operatore, di eventuali altre porte di comunicazione non utilizzate per la normale operatività del sistema;

La riabilitazione delle funzionalità di cui sopra potrà essere effettuata solo mediante accesso al sistema operativo con utente e password di amministratore.

Registrazione dei dati

Per tutte le variabili di ingresso e uscita analogiche (misure e comandi) deve essere prevista la registrazione in modo da poter generare trend in qualsiasi momento e su qualsiasi di esse.

Dovranno essere predisposti i seguenti trend:

- trend di tutte le variabili, suddivise per vettore e abilitabili/disabilitabili in visualizzazione singolarmente;
- trend delle variabili analogiche di ingresso e uscita relative a motori sotto inverter e valvole di regolazione;

- trend di tutte le misure di portata e misure per compensazione (temperatura e pressione) e relativi calcoli di potenza ed energia ove presenti suddivisi per sistema (P&ID);
- trend di tutte le variabili analogiche di ingresso di ciascuna macchina (motori, assorbitore);

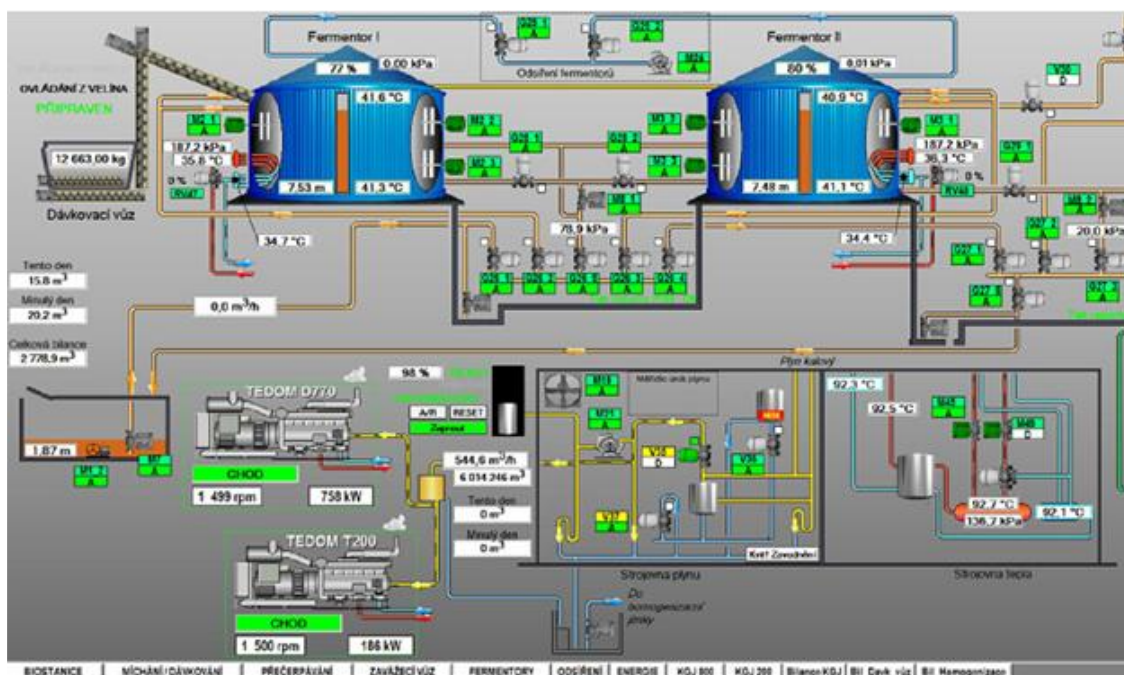
Si richiede che vengano storicizzati anche i comandi ed i feedback di stato. Per quanto riguarda i comandi dovranno essere storicizzabili sia quelli dati da supervisione che quelli risultanti da logica automatica, in pratica quindi dovranno essere storicizzati i DO di comando effettivi uscenti da PLC a campo.

Per tutti i segnali analogici di ingresso e uscita (anche quelli non facenti parte dei trend predefiniti di cui sopra) dovranno poi essere generati a scelta dell'operatore, e memorizzati (in modo da poterli richiamare successivamente senza re-impostarli), trend personalizzati.

Ogni trend (predefinito o personalizzato) dovrà poter essere esportato in formato .csv a partire da un arco temporale di inizio e fine impostabile dall'operatore e con una scansione temporale a scelta (un dato ogni secondo, minuto, ora).

I file così generati saranno salvati in una cartella di rete condivisa da definire in modo da essere prelevati da una seconda macchina (da definire) senza l'ausilio di dispositivi USB o unità di memorizzazione ottiche.

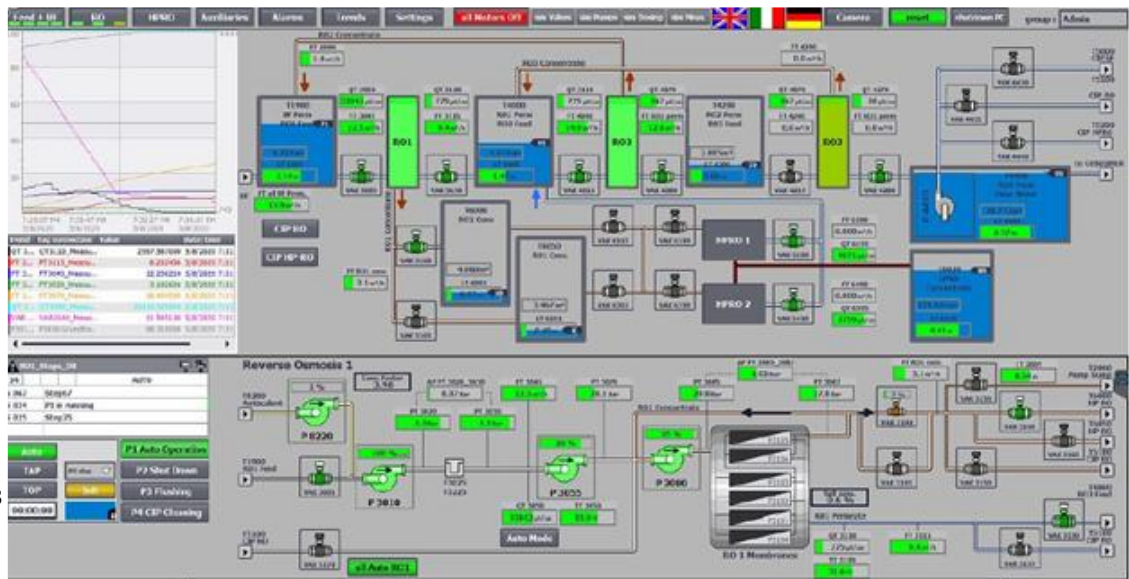
I computer di visualizzazione dati saranno tutti muniti di schermate video nelle quali in una parte sono visualizzati i pulsanti per la scelta dell'area coinvolta; oltre alla videata di riepilogo, inoltre, sono disponibili videate riguardanti i diagrammi dei parametri controllati dei diversi macchinari. Infine saranno anche visualizzati lo stato del processo ed i messaggi di eventuali anomalie. Si riportano di



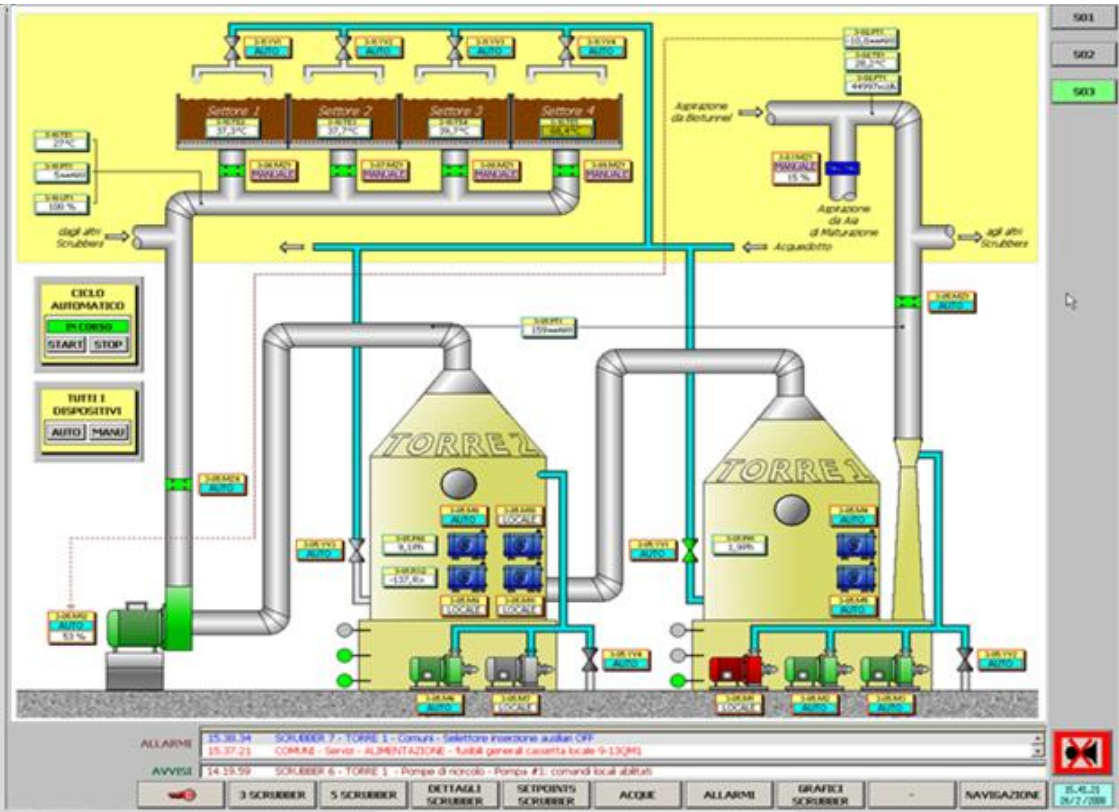
seguito alcuni esempi delle schermate di controllo.

Esempio di schermata di controllo dei fermentatori gasometrici

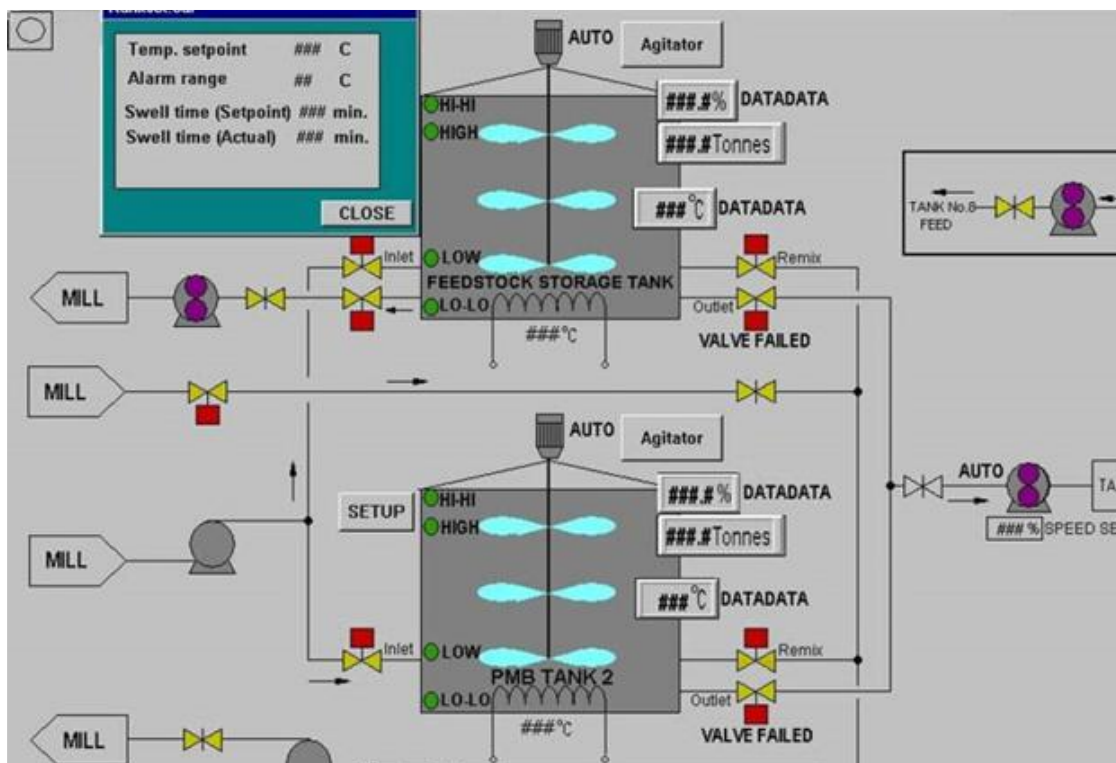
Esempio di schermata di controllo



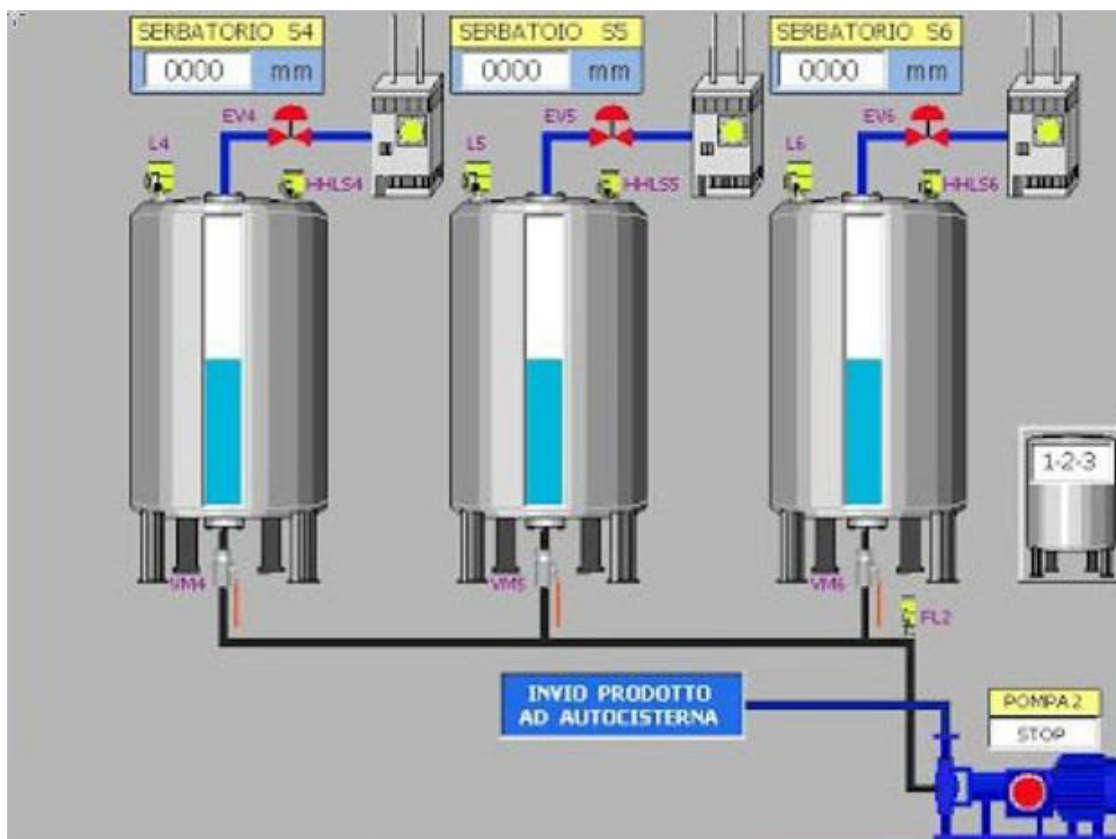
Interfaccia di controllo del sistema di trattamento reflui



Esempio di schermata di controllo del sistema di trattamento aria (scrubber)



Esempio di schermata di controllo del sistema degli agitatori della sezione di digestione anaerobica



Esempio di schermata di controllo del sistema di gestione degli stoccaggi liquidi

Capitolo 4 Opere Elettromeccaniche

Titolo 4.1 Pretrattamento

Articolo 4.1.1 Carroponte

Caratteristiche tecniche e costruttive del carroponte e benna

- Gru tipo: bi-trave a ponte
- Portata: 5,0 ton.
- Scartamento: 11,3 m
- Corsa gancio: 8,0 m
- Classe meccanismi/strutture: M8/A8
- installazione. al coperto
- temperatura ambiente: - 5 C°/+40 C°
- Umidità: < 80%
- velocità di sollevamento/potenza motori: 20 ÷ 0 m/min /1x 24kw
- velocità di traslazione/potenza motori: 25 ÷ 0 m/min /1x 3,0 kw
- velocità di scorrimento/potenza motori: 40 ÷ 0 m/min /2x 2,2 kw
- potenza motore benna: 1 x 15,0 kw
- potenza nominale richiesta ad alimentazione; 60 kw ca.
- potenza media assorbita: 36 kw ca.
- potenza linea UPS: 1,2 kw
- tensione di alimentazione: 400Vac 3P + N + PE 50 Hz
- Tensione comandi: 24V DC / 110 VAC
- Tensione UPS: 230V F +N 50 Hz
- Corrente di cortocircuito prevista (Icc): max 10 kA
- lunghezza rotaie di scorrimento: 2 x 20,8 m
- interasse pilastri considerato: max 7 m
- vie di scorrimento realizzate in: normal profilo HEA/B
- rotaie di scorrimento ponte: profilato piatto 50x40
- Ruota ponte (N°, Ø, gola): 4 x Ø 250/65 mm
- interasse ruota ponte: 3.320mm
- rotaie di scorrimento carrello: profilato piatto 50 x 40
- ruote carrello (N°, Ø, gola): 4 x Ø 200/65 mm
- peso carroponte a vuoto: 7.000 Kg ca.
- carico max statico su cad. ruota: 6.000 kg ca.
- carico trasversale su cad. ruota. 600 kg ca.
- carico longitudinale su ruote motrici: 900 kg ca.

Argano a fune a 4/2 rinvii "tiro verticale"

travi principali del carroponte realizzate con profili scatolari a cassone elettrosaldati e dimensionati con freccia 1/1000 dello scartamento

ruote carrello e ponte realizzate in acciaio legato con bordini
quadro PLC, CPU tipo 1500F con stazioni remote ET200S

Benna tipo elettroidraulica BI-VALVE

- capacità: 2,0 m³
- valve: n.2
- tempo apertura a vuoto: sec. 5
- tempo chiusura a vuoto: sec 8
- altezza max benna chiusa: mm 2.010
- altezza max benna aperta: mm 1.420
- lunghezza max benna chiusa: mm 2.080

- lunghezza max benna aperta: mm 2.550
- larghezza benna: mm 1.550
- peso: kg 2.250
- potenza installata: Kw 15

Articolo 4.1.2 Aprisacchi

N° di unità 1

Funzione: Consentire l'introduzione dei rifiuti solidi nella linea di lavorazione, l'apertura dei sacchi, la riduzione della pezzatura della FORSU in ingresso in caso di parti di grandi dimensioni, la protezione per rimuovere i rifiuti non lavorabili che causerebbero danni alle apparecchiature a valle.

Processi: Il materiale viene prelevato dalla fossa di stoccaggio tramite la benna del carro ponte e viene scaricato tutto in una volta nella tramoggia dell'aprisacchi.

- Temperatura di esercizio: Ambiente
- Caratteristiche: Tramoggia di ricezione di 10 m3
- Meccanismo di scarico: Scarico continuo su nastro trasportatore
- Capacità in ingresso: Fino a 15 t/h

Motorizzazione e trasmissione

Tipo motorizzazione	elettrica
potenza motore albero lento	1 x 22kW
potenza motore albero veloce	1 x 55kW
velocità di rotazione albero lento	4 - 5 rpm
velocità di rotazione albero veloce	20 - 30 rpm
tipo di azionamento	elettrico
specifiche di trasmissione	n.2 riduttori epicicloidali

dati tecnici camera di taglio

lunghezza	1960 mm
larghezza	1300 mm
alberi portalame	
tipo	esagonali
quantità	2
esagono	230 mm
lame	
tipo	standard
spessore	75 mm
distanziali	
tipo	con foro esagonale
controlame	
tipo	a profilo avvolgente su distanziali
dimensioni di ingombro e pesi camera di taglio	
lunghezza	4300 mm
larghezza	1705 mm
altezza	780 mm
peso	16 ton
dotazioni standard	
sistema di inversione in caso di sovraccarico	gestito da PLC
lubrificazione dei cuscinetti degli alberi	automatica a grasso con pompa comandata da PLC
inverter	per regolazione della velocità degli alberi
struttura di supporto	
tramoggia di carico	

Articolo 4.1.3 Magnete a sospensione

N° di unità 1

Funzione: Consentire la rimozione dei metalli ferrosi.

Processi: Il materiale ferroso che transita lungo il nastro trasportatore viene rimosso dal magnete.

- Temperatura di esercizio: Ambiente
- Meccanismo di scarico: Scarico continuo in un container
- Capacità linea FORSU: Fino a 15 t/h

	Ferrous Metals										
	Separation [%]	Separation [%]	FM [%]	FM [t/y]	FM [t/d]	FM [t/h]	TS [%]	TS [t/y]	VS [%]	VS [t/y]	VS Fraction [%]
ORGANICS: Food Waste	0.2%	0.2%	25.6%	52	0.2	0.0	26.6%	14	95.0%	13	70.6%
ORGANICS: Green Waste	0.1%	0.1%	0.2%	0	0.0	0.0	42.3%	0	80.0%	0	0.6%
ORGANICS: Fines	0.1%	0.1%	0.6%	1	0.0	0.0	31.8%	0	80.0%	0	1.8%
PAPER	0.5%	0.5%	1.4%	3	0.0	0.0	86.2%	2	75.0%	2	9.6%
TetraPak	0.5%	0.5%	2.7%	5	0.0	0.0	62.2%	3	75.0%	3	13.6%
PLASTIC FILM	0.5%	0.5%	3.3%	7	0.0	0.0	67.1%	5	0.0%	0	0.0%
RIGID PLASTIC	0.5%	0.5%	1.7%	3	0.0	0.0	62.2%	2	0.0%	0	0.0%
GLASS	0.0%	0.0%	0.0%	0	0.0	0.0	81.5%	0	0.0%	0	0.0%
INERT: FINE	0.5%	0.5%	0.1%	0	0.0	0.0	47.3%	0	50.0%	0	0.2%
TEXTILE	0.5%	0.5%	2.7%	5	0.0	0.0	62.2%	3	20.0%	1	3.6%
FERROUS METAL	90.0%	90.0%	61.8%	126	0.4	0.0	97.3%	122	0.0%	0	0.0%
OTHER	0.2%	0.2%	0.0%	0	0.0	0.0	76.4%	0	0.0%	0	0.0%
Total			100.0%	203	1	0.1	75.0%	152	12.2%	19	100.0%

Articolo 4.1.4 Separatore sovralli

La Biospremitrice è installata al fine di separare matrice organica da imballaggi plastici ed altre impurità, in uscita si ottiene una parea organica depurata da tutti i contaminanti plastici che potrebbero pregiudicare l'efficacia dei trattamenti successivi.

La macchina è costituita da un rotore ad asse orizzontale posto all'interno di una cassa cilindrica: la frazione organica viene omogeneizzata per mezzo di appositi "denti" mobili opportunamente posizionati sulla lunghezza del rotore stesso. Il materiale omogenizzato attraversa successivamente una griglia in modo da essere separato dalle frazioni indesiderate. La separazione avviene grazie ad una combinazione di forze centrifughe, meccaniche e flussi d'aria indotti all'interno di ciascuna biospremitrice.

La diluizione può essere inserita in diverse posizioni e i liquidi utilizzati per le diluizioni sono acqua trattata e filtrato.

Funzione: Separare la sostanza organica dalle plastiche

Processi: La materia prima, viene caricata tramite il trasportatore di trasferimento nel separatore dove avverrà la separazione delle sostanze organiche da quelle inorganiche. Gli scarti verranno trasportati con un trasportatore di scarico in contenitori mentre la materia organica verrà diluita e pompata.

- Diluizione:
 1. Acqua trattata dall'impianto di depurazione
 2. Ricircolo del filtrato dal separatore solido/liquido
- Caratteristiche: Griglia forata con fori 27 Ø e una serie di martelli per spremere il materiale
- Capacità con prodotto a secco: massimo 7 t/ora
- Capacità con prodotto diluito: massimo 15 t/h
- Ore di servizio: massimo 12 ore/giorno

	Rejects										
	Separation [%]	Separation [%]	FM [%]	FM [t/y]	FM [t/d]	FM [t/h]	TS [%]	TS [t/y]	VS [%]	VS [t/y]	VS Fraction [%]
ORGANICS: Food Waste	10,0%	10,0%	48,7%	2.597	8,3	0,7	26,6%	690	95,0%	655	70,6%
ORGANICS: Green Waste	10,0%	10,0%	0,6%	33	0,1	0,0	42,3%	14	80,0%	11	1,2%
ORGANICS: Fines	10,0%	10,0%	2,5%	131	0,4	0,0	31,8%	42	80,0%	33	3,6%
PAPER	15,0%	15,0%	1,5%	82	0,3	0,0	86,2%	71	75,0%	53	5,7%
TetraPak	15,0%	15,0%	3,0%	161	0,5	0,0	62,2%	100	75,0%	75	8,1%
PLASTIC FILM	75,0%	75,0%	19,0%	1.012	3,2	0,3	67,1%	679	0,0%	0	0,0%
RIGID PLASTIC	75,0%	75,0%	9,5%	504	1,6	0,1	62,2%	313	0,0%	0	0,0%
GLASS	0,0%	0,0%	0,0%	0	0,0	0,0	81,5%	0	0,0%	0	0,0%
INERT: FINE	0,0%	0,0%	0,0%	0	0,0	0,0	47,3%	0	50,0%	0	0,0%
TEXTILE	75,0%	75,0%	15,1%	806	2,6	0,2	62,2%	501	20,0%	100	10,8%
FERROUS METAL	25,0%	25,0%	0,1%	3	0,0	0,0	97,3%	3	0,0%	0	0,0%
OTHER	0,0%	0,0%	0,0%	0	0,0	0,0	76,4%	0	0,0%	0	0,0%
Total			100,00%	5.329	17	1,4	45,3%	2.414	38,5%	928	100,0%

Articolo 4.1.5 Separatore a martelli verticale

Il separatore è formato da un mulino verticale a palette e una tramoggia di carico. Il materiale plastico viene alimentato nella tramoggia di carico che ha la funzione di disconnettere il mulino verticale dai trattamenti a monte, assorbendo dunque i picchi di produzione e garantendo un'alimentazione costante al mulino.

Il materiale plastico viene alimentato costantemente dalla tramoggia all'interno del mulino verticale, il quale è formato da un cestello forato al cui interno è presente un albero su cui sono calettate le palette. Il materiale plastico entra all'interno della parte inferiore del mulino, la rotazione ad alta velocità dell'albero grazie alle palette calettate crea una ventilazione forzata all'interno del mulino. La corrente ascensionale che si forma trascina verso l'alto le plastiche leggere consentendone lo scarico dalla sommità del macchinario. I materiali più piccoli e pesanti invece oltrepassano il tamburo forato prima di raggiungere lo scarico superiore, una volta fuori dal tamburo, dove la ventilazione è minore, precipitano sul fondo della macchina.

Così facendo è possibile separare un flusso leggero da un altro pesante, nel caso preso in esame, è possibile separare dunque il materiale plastico di scarto dai trascinamenti di materiale organico che viene invece recuperato nuovamente nella linea di trattamento.

La ventilazione forzata produce anche un effetto di asciugatura sulle plastiche che assumono quindi ulteriore valore.

Funzione: Pulizia più spinta delle plastiche e recupero dell'organico

Processo: I sovralli vengono caricati nella tramoggia e successivamente nel separatore verticale che divide il prodotto organico rimanente dal sovrallo vero e proprio. Possibilità di aggiungere la diluizione in due punti della macchina.

- Temperatura di esercizio: Ambiente
- Caratteristiche: Tramoggia da 10 m3
- Capacità: massimo 10 t/ora
- Ore di servizio: massimo 12 ore/giorno

Articolo 4.1.6 Dissabbiatore longitudinale

La dissabbiatura è un pretrattamento fisico di rimozione di tutte le sostanze che hanno peso specifico superiore all'acqua (sassi, sabbie,...). Il dissabbiatore è una vasca di calma all'interno del quale avviene una riduzione della velocità del fluido che consente la sedimentazione dei solidi sospesi, che si depositano e accumulano sul fondo della vasca e vengono trasportati all'esterno tramite una coclea. Grazie a questa preventiva separazione della sabbia, si previene la sedimentazione nel digestore e l'usura delle apparecchiature.

Prima del separatore è presente una vasca "mixing tank" usata per l'omogeneizzazione del materiale entrante nel dissabbiatore. In questa vasca vengono aggiunte anche ulteriori diluizioni per ottenere un contenuto di sostanza secca del 8-10 %TS, valore richiesto dal dissabbiatore per un'efficienza di

separazione adeguata. Il volume della mixing tank permette l'accumulo del materiale per circa un'ora, consentendo flessibilità alle diluizioni e alla linea di pretrattamento (volume utile della vasca 36 m3).

Frazioni in ingresso alla mixing tank	Portata m ³ /h	TS%
Frazione organica da separatore 1	18,5	15%
Frazione organica da separatore 2	1,0	23%
Percolati e lavaggi	0,9	3%
Diluizione - Filtrato	14,1	2%
TOTALE IN INGRESSO	34,5	9%

Funzione: Rimozione degli inerti dall'organico

Processo: La purea organica diluita entra nel dissabbiatore e

- Temperatura di esercizio: Ambiente
- Caratteristiche: Tramoggia da 10 m3
- Capacità: massimo 10 t/ora
- Ore di servizio: massimo 12 ore/giorno

	Grit										
	Separation [%]	Separation [%]	FM [%]	FM [t/y]	FM [t/d]	FM [t/h]	TS [%]	TS [t/y]	VS [%]	VS [t/y]	VS Fraction [%]
ORGANICS: Food Waste	1,0%	1,0%	61,0%	234	0,7	0,1	26,6%	62	95,0%	59	78,0%
ORGANICS: Green Waste	1,0%	1,0%	0,8%	3	0,0	0,0	42,3%	1	80,0%	1	1,3%
ORGANICS: Fines	1,0%	1,0%	3,1%	12	0,0	0,0	31,8%	4	80,0%	3	4,0%
PAPER	1,0%	1,0%	1,2%	5	0,0	0,0	86,2%	4	75,0%	3	4,0%
TetraPak	1,0%	1,0%	2,4%	9	0,0	0,0	62,2%	6	75,0%	4	5,6%
PLASTIC FILM	1,0%	1,0%	0,9%	3	0,0	0,0	67,1%	2	0,0%	0	0,0%
RIGID PLASTIC	1,0%	1,0%	0,4%	2	0,0	0,0	62,2%	1	0,0%	0	0,0%
GLASS	60,0%	60,0%	21,5%	82	0,3	0,0	81,5%	67	0,0%	0	0,0%
INERT: FINE	60,0%	60,0%	5,2%	20	0,1	0,0	47,3%	9	50,0%	5	6,2%
TEXTILE	2,0%	2,0%	1,4%	5	0,0	0,0	62,2%	3	20,0%	1	0,9%
FERROUS METAL	70,0%	70,0%	1,9%	7	0,0	0,0	97,3%	7	0,0%	0	0,0%
OTHER	2,0%	2,0%	0,2%	1	0,0	0,0	76,4%	1	0,0%	0	0,0%
Total			100,00%	383	1	0,1	43,8%	168	45,1%	76	100,0%

ORGANICS TO AD									d/y	h/d	Input:	
									313	12		
	Input											
	Compostion	FM [t/y]	FM [t/d]	FM [t/h]	TS [%]	TS [t/y]	VS [%]	VS [t/y]	VS Fraction [%]			
ORGANICS: Food Waste	86,2%	23.137	74	6,2	26,6%	6.144	95,0%	5.836	83,5%			
ORGANICS: Green Waste	1,1%	295	1	0,1	42,3%	125	80,0%	100	1,4%			
ORGANICS: Fines	4,3%	1.164	4	0,3	31,8%	370	80,0%	296	4,2%			
PAPER	1,7%	463	1	0,1	86,2%	399	75,0%	299	4,3%			
TetraPak	3,4%	904	3	0,2	62,2%	563	75,0%	422	6,0%			
PLASTIC FILM	1,2%	334	1	0,1	67,1%	224	0,0%	0	0,0%			
RIGID PLASTIC	0,6%	166	1	0,0	62,2%	103	0,0%	0	0,0%			
GLASS	0,2%	55	0	0,0	81,5%	45	0,0%	0	0,0%			
INERT: FINE	0,0%	13	0	0,0	47,3%	6	50,0%	3	0,0%			
TEXTILE	1,0%	263	1	0,1	62,2%	164	20,0%	33	0,5%			
FERROUS METAL	0,0%	3	0	0,0	97,3%	3	0,0%	0	0,0%			
OTHER	0,1%	33	0	0,0	76,4%	25	0,0%	0	0,0%			
Total waste	100,00%	26.829	86	7,1	30,5%	8.170	85,5%	6.989	100,0%			

Articolo 4.1 Serbatoi di idrolisi

Il digestore dovrebbe essere alimentato 24 ore su 24, 7 giorni su 7, per mantenere la produzione di biogas quanto più costante possibile. Risulta quindi necessario disporre di un serbatoio di accumulo del materiale fresco da alimentare al digestore in modo da separare i tempi intermittenti del trattamento delle materie prime dai tempi continui della digestione anaerobica. Il serbatoio di idrolisi è dimensionato per avere più di 1,5 giorni di capacità di accumulo (ad una densità di $0,95 \div 1 \text{ t/m}^3$) alla portata di progetto per poter coprire l'alimentazione durante il fine settimana, anche nel caso di una vasca ferma per manutenzione.

Inoltre, in queste vasche ha inizio il riscaldamento della frazione organica e il primo stadio di digestione. Durante l'idrolisi, i batteri trasformano il substrato organico in monomeri e polimeri più semplici, ovvero proteine, carboidrati e grassi vengono trasformati rispettivamente in amminoacidi, monosaccaridi e acidi grassi.

SERBATOI DI IDROLISI	Ingresso		gg/anno		313	ore/gg	12
	Uscita		gg/anno		365	ore/gg	24
	[t/anno]	[t/gg]	[t/ora]	[%TS]	[t/anno]	[%VS/TS]	[t/anno]
Fraz. Organica da pretrattamento	129.285	413	34	9,3%	12.020	77,0%	9.258
Totale Input	129.285	413	34	9,3%	12.036	76,9%	9.258
Dry Biogas (Output)	304	0,83	0	100,0%	304	95,0%	289
Acqua presente nel biogas	15	0,04	0	0,0%	0	0,0%	0
Fraz. Organica a digestore	128.966	353	15	9,1%	11.732	76,5%	8.969
Total Output	129.285	354	15	9,3%	12.036	76,9%	9.258
Chiusura bilancio 	0				0		0

Di seguito i calcoli per il corretto dimensionamento dei serbatoi in base alle portate in ingresso e uscita.

$Q_{IN}=413 \text{ m}^3/\text{d}$

$Q_{OUT}=354 \text{ m}^3/\text{d}$

Accumulo giornaliero: $59 \text{ m}^3/\text{d}$ per 6 giorni = $354 \text{ m}^3/\text{settimana}$

Materiale del serbatoio: Acciaio

Tipo di tetto: Acciaio

N. di serbatoi: 2

Diametro: 11,94m

Altezza complessiva: 7m

Bordo libero: 0,5m

Volume operativo per serbatoio: 736 m^3

Tempo di buffer per serbatoio (basato sulla portata in uscita e sulla densità media): 2,1 giorni

Tempo di buffer totale al netto dei ricircoli interni: 6 giorni

Il fornitore dei packages relativi ai serbatoi di idrolisi e digestione anaerobica dovrà garantire la perfetta accoppiabilità fra i serbatoi forniti e la platea in c.a. destinata a contenerli. In particolare dovranno essere garantiti i sistemi di aggancio platea calcestruzzo e verificare il sistema complessivo fondazione-serbatoi secondo le normative strutturali applicabili in Italia (NTC 2018, EC2, EC8....). Inoltre dovranno essere opportunamente tenuti in conto i fenomeni di cd. Sloshing (azioni sismiche sui silos) con particolare riferimento a UNI EN 1998-1-1:2024 (Eurocodice 8 - Progettazione sismica di strutture - Parte 1-1: Regole

generali e azione sismica) e UNI EN 1998-4:2006 (Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 4: Silos, serbatoi e condotte).

Titolo 4.2 Sistema di digestione anaerobica

2 digestori del diametro di 22m, un'altezza di 12,5m e bordo libero di 0,5m

Articolo 4.2.1 Digestori

Costruzione di serbatoi: Acciaio

Tipo di tetto: Gasometro a doppia membrana

Fondo: Piatto

N. di serbatoi: 2 (1 primario e 1 secondario)

Diametro: 22m

Altezza complessiva: 12,5m

Bordo libero: 0,5 m

Volume operativo per serbatoio: 4.550 m³

Flusso in ingresso al I stadio (al netto dei ricircoli interni): 233 m³/giorno

HRT digestore primario (basato sulla portata in ingresso): 19 giorni

Flusso in ingresso al II stadio (al netto dei ricircoli interni): 218 m³/giorno

HRT digestore secondario (basato sulla portata in ingresso): 21 giorni

HRT totale sezione di digestione (vasche idrolisi + digestori): 45 giorni

Il fornitore dei packages relativi ai serbatoi di idrolisi e digestione anaerobica dovrà garantire la perfetta accoppiabilità fra i serbatoi forniti e la platea in c.a. destinata a contenerli. In particolare dovranno essere garantiti i sistemi di aggancio platea calcestruzzo e verificare il sistema complessivo fondazione-serbatoi secondo le normative strutturali applicabili in Italia (NTC 2018, EC2, EC8....). Inoltre dovranno essere opportunamente tenuti in conto i fenomeni di cd. Sloshing (azioni sismiche sui silos) con particolare riferimento a UNI EN 1998-1-1:2024 (Eurocodice 8 - Progettazione sismica di strutture - Parte 1-1: Regole

generali e azione sismica) e UNI EN 1998-4:2006 (Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 4: Silos, serbatoi e condotte).

Articolo 4.2.2 Miscelatori

Tipologia Miscelatori

Vasche di idrolisi

N° di miscelatori per vasca: 2

Tipo di miscelatore: Sommersibile

Digestori

N° di miscelatori per vasca: 3

Tipo di miscelatore: Sommersibile

Articolo 4.2.3 Sistema di Upgrading

Il sistema di upgrading per la purificazione del biogas e la produzione di biometano da immettere nella rete del gas, ha le seguenti specifiche progettuali:

- Portata di biogas secco: 620 Nm³/h nominale, 670 Nm³/h massimo, con 50÷60% di CH₄
- H₂S < 200 ppm
- COV < 500 mg/Nm³
- Pressione di uscita biometano: 10 ÷ 13 bar(g)
- Garanzia su efficienza di recupero metano: 99.3%
- Ridondanza sui pretrattamenti con due chiller installati sullo stesso circuito

L'unità di trattamento sarà capace di trattare il gas che abbia le caratteristiche seguenti:

Portata secca upgrading (Nm³/h) MIN 300 NOM 620 MAX 670
 Temperatura (C°) MIN 20 NOM 30 MAX 40
 Pressione (mbarg) MIN 0 NOM 3 MAX 5
 CH₄ (%vol) MIN 50 NOM 55 MAX 60
 CO₂ (% vol) MIN 49,7 NOM 46,1 MAX 38,7
 O₂ (% vol) MIN 0,3 NOM 0,4 MAX 0,5
 N₂(% vol) MIN 0 NOM 0,5 MAX 0,8
 H₂O (% vol) saturazione
 H₂S (ppmv)* MIN 0 NOM 100 MAX 200
 COV (mg/m³) MIN 0 NOM 100 MAX 500
 NH₃ (ppmv)* MIN 0 NOM tracce MAX <1

* valore assunto a valle del trattamento con scrubber di lavaggio per H₂S. In caso di NH₃ > 20 mg/Nm³ di biogas la torre di lavaggio è obbligatoria per garantire la qualità del biometano

Il biometano in uscita dall'unità di depurazione dovrà rispondere alle specifiche tecniche Gas Naturale di SNAM rete gas (in accordo ai parametri tabellari di qualità richiesti da SNAM).

Articolo 4.2.4 Cabina REMI

È prevista la fornitura della cabina di regolazione e misura del biometano prodotto dall'impianti di upgrading, in conformità a quanto richiesto dal Codice di Rete e dalla norma UNI/TS 11537:2019. Tale sistema si compone di:

- Gruppo di controllo della qualità Da posizionarsi in posizione adiacente al sistema di upgrading e costituito da:
 - Gas cromatografo per la misura del potere calorifico e della CO₂
 - Analizzatori gas per la misura di H₂S (0 10 ppm) e H₂O (0 100 ppm)
 - Analizzatore per la misura di O₂
 - Rack per posizionamento in ambiente aperto di dimensioni 1,9 x 0,8 x 2,0 m 2.
- Gruppo di ricircolo a tre vie
 Da posizionarsi in corrispondenza del gruppo di controllo qualità, consente il controllo della pressione e il ricircolo del biometano (qualora analizzato fuori specifica – non conforme) verso il sistema di upgrading e successivamente nei digestori. Lo skid è realizzato per area esterna con dimensioni indicative di 1,9 x 0,8 x 2,0 m.
- Cabina REMI PDC
 Posizionata in corrispondenza del punto di immissione nella rete del gas e composta da:
 - Contatori ridondati di portata
 - Flow computer per la conversione dei volumi fiscali • Sistema di archiviazione dati e produzione dei report di immissione
 - Sistema di comunicazione con il Gestore di Rete
 - Cabinato in calcestruzzo armato di dimensioni 6,0 x 2,5 x 2,9 m, suddiviso in area ATEX per la parte piping/regolazione/misura e area sicura per quadri elettrici e scambio segnali.

Articolo 4.2.5 Generatore caldaia a condensazione a gas

IMPIANTO TERMICO A CONDENSAZIONE, PREMISCELATO Tipo Steel Pro Power o equivalenti così composto:

A) N. 1 Generatore tipo Steel Pro Power mod. 405-3 P o equivalente, costituito da tre elementi termici modulanti;

Caratteristiche tecniche dei generatori:

- Bruciatore a premiscelazione con rapporto aria-gas costante;
- Scambiatore di calore HELIX, a geometrie brevettate, costituito da due tubi lisci in acciaio inox concentrici, aventi rispettivamente sezione pentagonale l'interno e circolare l'esterno, studiate per massimizzare la superficie di scambio oltre ad offrire la massima resistenza alla corrosione e la possibilità di lavorare con alti delta T (fino a 40°C) riducendo i tempi di messa a regime;
- Portata termica nominale PCI 393 kW;
- Portata termica nominale PCS 438 kW

- Portata termica minima PCI 26,3 kW
- Rapporto di modulazione 1:5;
- Temperatura massima di uscita fumi 100°C;
- Gestione e controllo a microprocessore con autodiagnosi visualizzata attraverso display e registrazione dei principali errori;
- Funzione antigelo;
- Sonda esterna che abilita la funzione di controllo climatico (accessorio);
- Predisposizione per termostato ambiente/richiesta calore sulle zone ad alta e bassa temperatura ;
- Possibilità di gestire un circuito di riscaldamento ed un circuito per la produzione di acqua calda sanitaria con accumulo;
- Circolatore ad alta efficienza accoppiato ad ogni modulo
- Categoria apparecchio secondo UNI 10642 - II2H3P

Nella fornitura sono compresi:

- n. 3 kit intercettazione idraulica per singola unit con valvola a 3 vie con scarico in atmosfera
- n. 1 kit flange cieche 5"
- n. 6 flangia passante 3"
- n. 6 kit riduzione 5"/3"
- n. 1 valvole di sicurezza 3/4" pressione 5,4 bar
- n. 1 Valvola di intercettazione del combustibile da 2"
- n. 1 kit dispositivi di sicurezza (termometro, manometro, pressostato di sicurezza)
- n. 1 kit prolunghe 3"
- n. 1 sonda secondario / bollitore
- n. 1 kit tettuccio per installazione outdoor armadio da due elementi termici
- n. 1 kit tettuccio per installazione outdoor armadio da 3/4 elementi termici
- n. 1 kit IPX5D per copertura display
- n. 1 kit isolamento outdoor per flange cieche 5"
- n. 1 kit neutralizzatore N2 fino a 450 kW
- n. 1 kit luce interna per emergenza e servizio
- n. 1 sonda esterna
- n. 1 armadio tecnico DX/SX per alloggiamento kit prolunghe 3 270/485 kW
- n. 1 kit separatore idraulico 10
- n. 1 Pompa di circolazione
- Circuito di mandata e ritorno del fluido termovettore fino alle flange del digestore, del post-digestore e dei serbatoi di idrolisi compreso raccordi, riduzioni, strumenti necessari alla corretta modulazione delle portate.
- Tubazione di alimentazione bruciatore dal punto consegna
- Sistemi di filtrazione, addolcimento e condizionamento chimico per rendere l'acqua compatibile al circuito di riscaldamento

Titolo 4.3 Sistema di trattamento del digestato

Articolo 4.3.1 Pressa a vite

Si prevede di separare il digestato in una frazione solida e in una liquida (filtrato) con un contenuto minimo di solidi e ciò verrà fatto con una pressa a vite.

Il filtrato viene inviato al serbatoio tampone (volume operativo 114 m³, HRT 5 h) prima del disidratatore e ricircolato in parte al pretrattamento per le diluizioni.

N° di unità: 1

Funzione: Consentire la separazione delle frazioni solide e liquide del digestato.

Temperatura di esercizio: Ambiente

Materiale: Digestato, 5%TS

Meccanismo di scarico: Scarico continuo in un container

Quantitativo giornaliero: 393 t/giorno

Capacità: Fino a 30 m³/h (funzione del contenuto di solidi TS)

Portata oraria: 28 m³/h @5%TS

Ore di funzionamento: 14 h/giorno
 Dimensioni del cestello: 0,5mm
 Consumo di acqua: Non previsto
 Rapporto cake/ingresso: 2%
 TS% cake: 30%
 TS% filtrato: 4,5%

PRESSA A VITE	Ingresso				gg/anno 313 ore/gg 14		
	Uscita				gg/anno 313 ore/gg 14		
	[t/anno]	[t/gg]	[t/ora]	[%TS]	[t/anno]	[%VS/TS]	[t/anno]
Digestato da secondo stadio	122.907	393	28	5,1%	6.243	55,7%	3.480
Totale Input	122.907	393	28	5,1%	6.243	55,7%	3.480
Frazione liquida	120.293	384	27	4,5%	5.459	57,9%	3.163
Frazione solida	2.615	8	1	30,0%	784	40,5%	318
Total Output	122.907	393	28	5,1%	6.243	55,7%	3.480
Chiusura bilancio 	0				0		

Articolo 4.3.2 Disidratatore a coclea

Dopo il primo step di separazione solido-liquido, è previsto l'utilizzo di una pressa fanghi, una coclea a vite ad alta compattazione che riesce a disidratare il digestato in ingresso, raggiungendo una separazione più spinta dei solidi sospesi grazie all'aggiunta di polimero.

Il filtrato viene inviato al serbatoio tampone (volume operativo 182 m3, HRT 19 ore) e successivamente ricircolato in parte al pretrattamento per le diluizioni e il resto inviato all'impianto di trattamento acque.

N° di unità: 1

Funzione: Ulteriore separazione del digestato in frazione solida e liquida

Temperatura di esercizio: Ambiente

Materiale: Digestato, 4,5%TS

Meccanismo di scarico: Scarico continuo in un container

Quantitativo giornaliero: 244 t/giorno

Capacità: Fino a 30 m3/h (funzione del contenuto di solidi TS)

Portata oraria: 20 m3/h @4,5%TS

Ore di funzionamento: 14 h/giorno

Consumo di acqua: Per diluizione del polimero e per pulizia macchina

Rapporto cake/ingresso: 13%

TS% cake: 22%

TS% filtrato: 1,5-2%

Articolo 4.3.2.1 Polipreparatore

L'aggiunta di polimero viene utilizzata per favorire la flocculazione di solidi ancora presenti nel digestato. Il liquido viene condizionato con un flocculante polimerico (ed eventualmente anche coagulante) prima di essere alimentato al disidratatore per aumentare l'efficienza di separazione. Il polimero è sotto forma di emulsione al 40-45%. Prima di essere dosato, viene diluito fino ad una concentrazione di 0,2-0,4%,

utilizzando un sistema di preparazione del polimero che permette un certo tempo di maturazione (solitamente 1 ora).

La quantità di polimero attivo richiesta è di 8-15 kg/ tonTSS, variabile in base al tipo di digestato in ingresso.

Il consumo di polimero dipende strettamente dal tipo di polielettrolita utilizzato; la reale quantità necessaria verrà individuata dopo il test di ottimizzazione condotto su digestato reale (jar test).

DISIDRATATORE A COCLEA	Ingresso		gg/anno	313	ore/gg	14	
+ POLIMERO	Uscita		gg/anno	313	ore/gg	14	
	[t/anno]	[t/gg]	[t/ora]	[%TS]	[t/anno]	[%VS/TS]	[t/anno]
Filtrato da pressa a vite	76.362	244	17	4,5%	3.465	57,9%	2.008
Polimero in emulsione	50	0,2	0	45,0%	23	0,0%	0
Acqua di diluizione polimero	15.015	48	3	0,0%	0	0,0%	0
Acqua di lavaggio	1.271	4	0	0,0%	0	0,0%	0
Totale Input	92.698	296	21	3,8%	3.488	57,6%	2.008
Frazione liquida	82.993	265	19	1,6%	1.352	40,1%	542
Frazione solida	9.706	31	2	22,0%	2.135	68,6%	1.466
Total Output	92.698	296	21	3,8%	3.488	57,6%	2.008
Chiusura bilancio 	0				0		0

Articolo 4.3.3 Sistema di riscaldamento

Il calore richiesto dall'impianto è il calore necessario per mantenere i digestori a temperatura costante.

Il calore da fornire dipende da molti fattori: la temperatura del materiale in ingresso, la temperatura dell'aria esterna e del suolo, il funzionamento dei miscelatori, lo spessore del materiale di costruzione del serbatoio, lo spessore dell'isolamento e il coefficiente di conducibilità termica del materiale isolante e membrana.

Temperatura di design dei digestori: 40°C

Temperatura esterna (*): 3÷20°C

Temperatura del suolo (*): 10÷25°C

Flusso in ingresso nel digestore: 354 t/giorno

Copertura: Doppia membrana

Isolamento del serbatoio: 100 mm

Spessore della parete del serbatoio: 0,06 m

Calore massimo richiesto: 350 kWth

Fabbisogno termico netto medio: 255 kWth

Anelli di riscaldamento vasca di idrolisi: 1

Anelli di riscaldamento digestore primario: 5

Anelli di riscaldamento digestore secondario: 3

Articolo 4.3.4 Sistema di trattamento aria

Il Sistema di trattamento aria per la sezione di Conferimento/Pretrattamento e per la sezione Deposito digestato solido è così costituita:

Nr. 2 SCRUBBER A LETTO FLOTTANTE

Materiale scrubber: Polipropilene

Portata aria normalizzata da trattare cadauna torre: 40.000 m³ /h

Temperatura dell'aria da trattare: 40 °C

Nr. Stadi di lavaggio 1

COMPONENTI PER Nr. 2 BIOFILTRO

Componenti per Nr. 2 Biofiltro con vasca in cemento

Vasca contenimento biofiltro in calcestruzzo

Portata aria normalizzata da trattare cadauno biofiltro: 40.000 m³ /h

Temperatura dell'aria da trattare: 40 °C

Volume totale materiale filtrante: 1.080 m³

Inquinanti da trattare: Odori

Nr. 2 VENTILATORI CENTRIFUGHI

Portata aria normalizzata da trattare cadauno ventilatore: 40.000 m³ /h

Temperatura dell'aria da trattare: 40 °C

Comando motore: Tramite inverter

Materiale ventilatore: Acciaio al carbonio verniciato

Tipo di trasmissione: Cinghia e puleggia

Prevalenza: 400 mmH₂O

TUBAZIONI

AREA RICEZIONE E PRETRATTAMENTO COMPRENDENTE:

Tubazione zincata con giunzione a collare, curve, deviazioni, coni, cambio sezione, bocchette di aspirazione con serranda di regolazione manuale. Diametri, 1000, 800, 500, 450 e 350. Staffe zincate con collare di fissaggio alla tubazione. 4.02 01 AREA TRATTAMENTO DEPOSITO DIGESTATO COMPRENDENTE:

Tubazione zincata con giunzione a collare, curve, deviazioni, coni, cambio sezione, bocchette di aspirazione con serranda di regolazione. Diametri, 1000, 800, 450, 400 e 300. Staffe zincate con collare di fissaggio alla tubazione

CARATTERISTICHE TECNICHE

B.1 CADAUN SCRUBBER TW-FL®

Materiale scrubber: Polipropilene Portata max. di progetto: 40.000 m³ /h cad. Temperatura non distruttiva scrubber a regime, min., max: 5 , 50 °C

Dimensioni indicative d'ingombro: 2.100 x 2.300 x h 8.000 mm

Tensione di alimentazione: 400 V - 50 Hz - trifase

Potenza totale installata: 9 kW B.2 COMPONENTI PER CADAUN BIOFILTRO

Portata aria da trattare totale: 40.000 m³ /h

Vasca contenimento biofiltro: Cemento

Dimensioni interne indicative di ingombro biofiltro : 12.000 x 22.420 x h 3.000 mm Altezza indicativa materiale filtrante: 2.000 mm

Inquinanti da trattare: Odori

Volume di materiale filtrante cadun modulo: 540 m³

Tipo di materiale filtrante biofiltro: Miscela vegetale calibrata di cippato di legno di qualità, caratterizzata da un elevato grado di porosità e capacità alla ritenzione dell'umidità.

VENTILATORE CENTRIFUGO Portata: 40.000 m³ /h cad.

Comando motore: tramite inverter

Prevalenza: 400 mmH₂O

Materiale: girante e coclea in acciaio INOX AISI 304 L

Potenza installata: 75 kW Nr. poli: 4 Rumorosità: < 83 dB(A) ± 3 dB(A)

Titolo 4.4 Sezione Trattamento biologico e accessori

Articolo 4.4.1 Sistema di produzione e rete di distribuzione di aria compressa

Sistema di produzione e rete distribuzione di aria compressa, essiccata e stabilizzata a servizio delle sezioni di Impianto e dei processi.

Aria compressa strumentale per comando valvole pneumatiche (pressione richiesta stabilizzata 8 bar) e rete distribuzione alle macchine e sezioni di impianto, Filtrata e deumidificata;

no. 2 Serbatoio da 750 litri con scaricatore automatico della condensa e valvole di sicurezza/sfiato;

Rete di distribuzione aria ad 8 bar essiccata ad anello (interrata in PE100 ed acciaio fuori terra) completa di filtri riduttori di pressione e portata;

Collegamenti scarichi di condensa dai serbatoi e rete ad anello a rete percolati;

no. 2 Compressore (tipo):

ATLAS COPCO
OIL-Injected Rotary Screw
GA VSD 15 kW

Caratteristiche:

- Risparmio energetico medio del 50% rispetto ai compressori a velocità fissa tradizionali grazie alla tecnologia avanzata di azionamento a velocità variabile.
- Selezione flessibile della pressione: 4-13 bar.
- Aria secca di eccellente qualità al costo energetico più basso grazie alla nuova gamma di essiccatori integrati.
- Monitoraggio e manutenzione facili grazie al controller grafico Elektronikon® con display a colori ad alta definizione.
- Il design verticale innovativo minimizza lo spazio richiesto a pavimento migliorando la manutenibilità.

Caratteristiche tecniche

GA 15 VSD+

bar 5.5	psig 80	l/s 7.2-42.3	mc/h 25.9-152.3	cfm 15.2-89.6	kW 15	hP 20	dB(A) 64
bar 7	psig 102	l/s 7.1-41.8	mc/h 25.6-150.5	cfm 15.0-88.6	kW 15	hP 20	dB(A) 64
bar 9.5	psig 138	l/s 6.8-35.5	mc/h 24.5-127.8	cfm 14.4-75.2	kW 15	hP 20	dB(A) 64
bar 12.5	psig 181	l/s 7.3-27.9	mc/h 26.3-100.4	cfm 15.5-59.1	kW 15	hP 20	dB(A) 64

Articolo 4.4.2 Sistema di miscelazione vasca di omogenizzazione

Numero mixer installati: 1x100%

Tipo: sommergibile

Tecnico:

Numero di pale della girante: 2

Diametro girante: 630 mm

Forza assiale: 660N

Velocità girante: 272rpm

Materiali:

Motore: AISI EN – GJL -250

Elica: AISI316L

Mozzo: AISI316L

Dati elettrici:

Potenza - P2: 2,5 kW

Frequenza principale: 50 Hz

Voltaggio: 3 x 400 V

Tolleranza voltaggio: +10/-10 %

Classe di protezione (IEC 34-5): IP68

Classe di isolamento (IEC 85): F

La fornitura deve includere la macchina con cavo elettrico sommergibile di lunghezza 10 m, struttura di installazione con tubo guida e attacchi per fissaggio per vasca con altezza fino a 10 m in acciaio inox e tasca a pavimento e un argano a bandiera estraibile in acciaio zincato per sollevamento del mixer.

Articolo 4.4.3 Alimento comparto biologico

Numero: 2 x 100% (1 in lavoro + nr. 1 scorta attiva)

Comando: VFD

Tipo: centrifuga orizzontale monostadio; girante VORTEX.

Pompa lanternata.

Potenza installata: 1,5kW

Motore: 2P IP55

Classe efficienza: IE3

Tenuta: meccanica singola

Girante: Vortex

Materiali:

Corpo: INOX CF8M

Albero: X30Cr13

Girante: INOX CF8M

Camicia: AISI316L

Prestazioni al punto di lavoro:

Portata: 5,0mc/h

Prevalenza: 20,0m.c.a.

Articolo 4.4.4 Griglia a tamburo

Costituita da un corpo in acciaio inox, all'interno del quale ruota un filtro realizzato in acciaio inox con una superficie costituita da uno speciale profilo a "V" tipo wedge wire in acciaio inox avvolto a spirale con una distanza fra le spire equivalente alla luce di filtrazione desiderata.

Numero: 1x100%

Portata idraulica: 20 mc/h

Spaziatura: 2 mm

Diametro tamburo: 628 mm

Lunghezza tamburo: 600 mm

Potenza motore: 0,37 kW

Classe efficienza: IE3

Griglia fine: filtrazione tangenziale su rete metallica

Numero: 1x100%

Caratteristiche costruttive:

costruzione interamente in Acciaio inox Aisi 304
lamiera di grosso spessore
motovariariduttore in dotazione
rampa ugelli spruzzatori per lavaggio manuale o automatizzato
sistema antiriflusso incorporato

Caratteristiche tecniche:

capacità di filtrazione: 400 micron
portata nominale: 20 mc/h
diametro dei dischi: 1000 mm
potenza installata: 0,75 Kw
classe efficienza: IE3

Articolo 4.4.5 Trasmettitori di portata linee di alimento comparto biologico

Caratteristiche tecniche trasmettitori di portata linee di alimento comparto biologico.

Numero: 1

Tipo: elettromagnetici

Rivestimento: gomma dura

Attacco al processo: PN16, St37-2, flangia EN1092-1 (DIN2501)

Elettrodi: 1.4435/316L

Calibrazione: 0.5%

Test addizionali: senza

Approvazione: area sicura

Custodia: compatta blu, IP67

Cavo per versione separata: non prevista

Passacavo: pressacavo M20

Alimentazione: 24VDC

Funzione software: versione base

Uscita: 4-20mA HART + impulso passivo

Articolo 4.4.6 Mixer denitrificazione

Numero mixer installati: 2x50%

Tipo: sommergibile

Tecnico:

Numero di pale della girante: 2

Diametro girante: 710 mm

Forza assiale: 870N

Velocità girante: 274rpm

Materiali:

Motore: AISI EN – GG-250

Elica: AISI316L

Mozzo: AISI316L

Dati elettrici:

Potenza - P2: 2,5 kW

Frequenza principale: 50 Hz

Voltaggio: 3 x 400 V

Tolleranza voltaggio: +10/-10 %

Classe di protezione (IEC 34-5): IP68

Classe di isolamento (IEC 85): F

La fornitura dovrà comprendere la macchina con cavo elettrico sommergibile di lunghezza 10 m, struttura di installazione con tubo guida e attacchi per fissaggio per vasca con altezza fino a 10 m in acciaio inox e tasca a pavimento e un argano a bandiera estraibile in acciaio zincato per sollevamento del mixer.

Articolo 4.4.7 Reti di diffusione aria nella vasca di ossidazione biologica

Rete di tipo fissa, tubazioni di distribuzione aria e telaio di supporto in AISI304, completa di diffusori circolari dalle seguenti caratteristiche

Caratteristiche:

Numero vasche di ossidazione: 2

Numero totale diffusori: 2 x 210

Materiale membrana: diff. - EPDM

Diametro diffusore: 260 mm

Portata unitaria d'aria: 1 ÷ 6 Nmc/h

Capacità di ossigenazione: 20 g O₂/Nmc per m.c.a

Articolo 4.4.8 Sistema per insufflazione nelle vasche di ossidazione biologica

Il sistema di generazione dell'aria per insufflazione nelle vasche di ossidazione biologica è costituito da nr. 3 soffianti volumetriche, una in lavoro per ogni vasca di ossidazione ed una in scorta attiva alle altre due. Soffianti volumetriche del tipo a vite.

Caratteristiche soffianti volumetriche a lobi

Compressore volumetrico a lobi, lubrificazione a sbattimento o forzata. Basamento con silenziatore e filtro di aspirazione integrati. Trasmissione a cinghia. completo di:

- Cabina di insonorizzazione
- Filtro in aspirazione.
- Valvola di non-ritorno
- Valvola di sicurezza

Numero: 3 (1x100% per ciascuna linea + nr. 1 scorta attiva)

Portata di aria MAX/MIN: 3450Nmc/h

Prevalenza: 990,0mbar

Potenza installata: 55kW

Alimentazione elettrica 400V -50 Hz - 3 fasi

Comando: Nr. 1 VFD per ciascuna soffiante

Classe efficienza: IE3

Misuratore di ossigeno disciolto:

Nr. 2, uno per ciascuna vasca di ossidazione; strumento digitale, fornito di sensore LDO, standard.

Misuratore combinato per misura di pH/ Rx/ temperatura:

Nr. 1, uno per vasca di denitrificazione

Articolo 4.4.9 Mixer per vasche di post denitrificazione

Numero mixer installati: 2x100%xvasca

Tipo: sommergibile

Tecnico:

Numero di pale della girante: 2

Diametro girante: 630 mm

Forza assiale: 660N

Velocità girante: 272rpm

Materiali:

Motore: AISI EN – GJL -250

Elica: AISI316L

Mozzo: AISI316L

Dati elettrici:

Potenza - P2: 2,5 kW

Frequenza principale: 50 Hz

Voltaggio: 3 x 400 V

Tolleranza voltaggio: +10/-10 %

Classe di protezione (IEC 34-5): IP68

Classe di isolamento (IEC 85): F

La fornitura dovrà includere la macchina con cavo elettrico sommergibile di lunghezza 10 m, struttura di installazione con tubo guida e attacchi per fissaggio per vasca con altezza fino a 10 m in acciaio inox e tasca a pavimento e un argano a bandiera estraibile in acciaio zincato per sollevamento del mixer.

Articolo 4.4.10 Pompe di ricircolo nitro–denitro e abbattimento schiume

Numero: 2x100% (1 in lavoro + nr. 1 scorta attiva)

Comando: VFD

Tipo: centrifuga orizzontale monostadio; girante canali.

Pompa + basamento + giunto + coprigiunto.

Potenza installata: 18,5kW

Motore: 4P IP55

Classe efficienza: IE3

Tenuta: meccanica singola

Girante: canali

Materiali:

Corpo: INOX CF8M

Albero: AISI316L

Girante: INOX CF8M

Camicia: AISI316L

Prestazioni al punto di lavoro:

Portata: 260,0mc/h

Prevalenza: 15,0m.c.a.

Trasmittitore di livello vasca di post denitrificazione

Nr. 1 trasmettitore di livello con sonda radar.

T esercizio: -40/-20°C+80°C;

Classe protezione: IP 67

Corpo e membrana: PVDF

Sensore per compensazione temperatura incorporato.

Approvazione: area sicura

Segnale: 4-20mA

Articolo 4.4.11 Unità di controllo temperatura del processo biologico

Sistema di riscaldamento/raffreddamento per controllo della temperatura del comparto biologico quando necessario al variare delle stagioni.

Sistema composto da una batteria di scambiatori di calore posti sulla linea di ricircolo del fango

Caratteristiche scambiatore di calore:

Numero: 1

Tipo: A piastre di tipo ad ampio passaggio sul lato mixed liquor / standard lato acqua.

Potenza termica totale teorica scambiata: 450,0 Kwt

Portata acqua: 200,0 m³ /h

Portata mixed liquor: 200,0 m³ /h

Materiali a contatto con fluido: AISI316

Perdita carico lato mixed liquor: 23,3 kPa

Perdita carico lato acqua: 43,5 Pa

Caratteristiche valvola modulante per il controllo della portata del fluido riscaldante (riscaldamento):

Valvola pneumatica deviatrice a 3 vie mod.QLM 33 (chiusa via diretta in mancanza di segnale).

Corpo in ghisa EN 1561 GJL 250.

Cappello standard con premistoppa in PTFE.

Otturatore in AISI 431 con caratteristica Lineare a passaggio pieno (Kvs = 25), trafilamento in classe IV.

Attacchi flangiati DIN DN40-PN16.

Attuatore pneumatico mod. PN9220R con campo molla 0,4-1,2 bar (pressione differenziale max di shut-off 1.0 bar), alimentazione aria 1,6 bar.

Convertitore elettro-pneumatico mod. IPC4 ad azione diretta, segnale in ingresso 4-20 mA, segnale in uscita 2-18 psi.

Filtro riduttore aria compressa mod. FR20M.

Caratteristiche torre di raffreddamento (raffreddamento)

Numero:1

Potenza totale :450,0 Kwt

Portata acqua: 200,0 m³ /h

Temperatura bulbo umido: 27,5°C

Temperatura acqua refrigerata: 31,0 °C

Numero ugelli. --

Perdita carico ugello:2,5 mH₂O

Tipo ventilatore/i: Assiale

Potenza installata x torre: 1x7,5,0 kw

Struttura: HDGS

Pareti: FRP

Distribuzione: PP

Caratteristiche unità di ricircolo acqua di raffreddamento:

Numero: 3X50% (nr. 2 in lavoro + nr. 1 scorta attiva)

Comando: DOL

Tipo: Centrifuga orizzontale monostadio

Potenza installata: 5,5kW

Motore: 2P IP55

Classe efficienza: IE4

Tenuta: meccanica

Girante: monostadio

Materiali:

Corpo: Ghisa EN-GJL-250

Albero: AISI304

Girante: Ghisa EN-GJL-200

Prestazioni al punto di lavoro:

Portata: 100,0mc/h

Prevalenza: 15,0m.c.a.

Caratteristiche unità di dosaggio anticorrosivo per circuito di raffreddamento:

Numero pompe dosatrici: 2 (2x100%)
Alimentazione: trifase 50 Hz
Portata: 6l/ h
Pressione massima: 10 bar
Testata dosatrice in PP
Membrana in PTFE
Guarnizioni in PTFE
Corse al minuto: 180
Protezione: IP65
Classe efficienza: IE4

Controllo esterno: Comando impulsivo

Stoccaggio anticorrosivo eseguito in nr. 1 serbatoio di PEHD della capacità di 100l, munito di camicia di sicurezza e interruttori di pre-allarme e allarme di minimo livello.

Caratteristiche unità di dosaggio biocida per circuito di raffreddamento:

Numero pompe dosatrici: 2 (2x100%)
Alimentazione: trifase 50 Hz
Portata: 6l/ h
Pressione massima: 10 bar
Testata dosatrice in PP
Membrana in PTFE
Guarnizioni in PTFE
Corse al minuto: 180
Protezione: IP65
Classe efficienza: IE4
Controllo esterno: Comando impulsivo

Stoccaggio biocida eseguito in nr. 1 serbatoio di PEHD della capacità di 100l, munito di camicia di sicurezza e interruttori di pre-allarme e allarme di minimo livello.

Articolo 4.4.12 Unità di dosaggio antischiuma

Numero pompe dosatrici: 2 (2x100%)
Alimentazione: trifase 50 Hz
Portata: 15l/ h
Pressione massima: 10 bar
Testata dosatrice in PP
Membrana in PTFE
Guarnizioni in PTFE
Corse al minuto: 180
Protezione: IP65
Classe efficienza: IE4
Controllo esterno: Comando impulsivo

Caratteristiche serbatoio:

Serbatoio stoccaggio chimici : 1

Capacità: 1000,0 L

Descrizione: Contenitore Verticale Chiuso + camicia di sicurezza a cielo aperto Entrambi in Polietilene Lineare Vergine. Totalmente Anti U.V - Certificati per Alimenti Stampati monoblocco (senza saldature) con il sistema Rotazionale. Colore Bianco Naturale. Fornito con coperchio a vite superiore CPF 410 e sfiato.

Dimensioni esterne in mm: Ø 1310 x 2000 H

Articolo 4.4.13 Unità di dosaggio nutriente

Numero pompe dosatrici: 2 (2x100%)
Alimentazione: trifase 50 Hz
Portata: 300l/ h
Pressione massima: 4 bar
Testata dosatrice in PVDF
Membrana in PTFE
Guarnizioni in PTFE
Corse al minuto: 180
Protezione: IP65
Classe efficienza: IE4
Controllo esterno: Comando impulsivo

Stoccaggio nutriente:

Nr. 1 Serbatoio verticale con piedi a cielo chiuso in PEHD.

Serbatoio cilindrico verticale, fondo inferiore piano, fondo superiore bombato, realizzato in PEHD, della capacità geometrica 10,0 m³.

Caratteristiche tecniche:

Prodotto: Acido acetico al 56%

Diametro: 2000 mm

Altezza parte cilindrica: 3180 mm

Altezza totale da terra: 3710mm

Volume totale: 10,0 m³

Temperatura di esercizio: 40°C

Pressione di esercizio: ATM

Accessori: trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX; trappola fumi

Articolo 4.4.14 Unità di dosaggio alcalinizzante

Numero pompe dosatrici: 2 (2x100%)

Alimentazione: trifase 50 Hz

Portata: 300l/ h

Pressione massima: 4 bar

Testata dosatrice in PVDF

Membrana in PTFE

Guarnizioni in PTFE

Corse al minuto: 180

Protezione: IP65

Classe efficienza: IE4

Controllo esterno: Comando impulsivo

Stoccaggio alcalinizzante:

Nr. 1 Serbatoio verticale con piedi a cielo chiuso in PEHD.

Serbatoio cilindrico verticale, fondo inferiore piano, fondo superiore bombato, realizzato in PEHD, della capacità geometrica 10,0 m³.

Caratteristiche tecniche:

Prodotto: Soda Caustica al 30%

Diametro: 2000 mm

Altezza parte cilindrica: 3180 mm

Altezza totale da terra: 3710mm

Volume totale: 10,0 m³

Temperatura di esercizio: 40°C

Pressione di esercizio: ATM

Accessori: trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX; trappola fumi

Articolo 4.4.15 Quadro elettrico per il comando e controllo comparto biologico

Caratteristiche generali quadro:

Quadro elettrico con carpenteria del tipo a cabina standard con porte ad apertura frontale. Tutti i componenti elettrici saranno adeguatamente valutati per le condizioni di esercizio più onerose e le condizioni ambientali specificate. Quando le apparecchiature sono montate all'interno dei quadri cabine, si terrà conto di tutto il calore generato dalle apparecchiature in esso contenute ed i componenti saranno adeguatamente selezionati, valutati o declassati per soddisfare le temperature di lavoro più onerose all'interno del quadro stesso. Quadro progettato per potere d'interruzione della corrente di corto circuito di 50kA a 415V 50Hz. Conforme alla norma IEC 61439-1.

Classe di protezione: IP42 secondo EN 60529

Costruzione:

Vano in acciaio verniciato con accesso frontale, porte con giunzione a cerniera che permetteranno un adeguato accesso. Tutti i componenti e gli accessori incorporati saranno costruiti in materiali inossidabili. Telaio dell'armadio, tetto, portello posteriore saranno realizzati in lamiera d'acciaio 1,5-3,0mm, verniciatura a polvere. Piastra di montaggio e piastra ingresso cavi zincata. Colore: RAL 7035.

Ingresso cavi.

Tutte le entrate cavi saranno collocate sul lato inferiore del quadro. In tutti i casi essi i punti di entrata saranno sigillati. Saranno utilizzati pressacavi in poliammide IP68 EN50262.

Guide di montaggio

Tutti gli elementi interni come terminali, relè, temporizzatori e trasduttori, ecc saranno montati su snap-on rails, preferibilmente secondo DIN EN 50 022. Le guide saranno apposte o nei profili di montaggio integranti nel quadro o su di un appropriata piastra di montaggio posteriore. Lampade, interruttori di comando, pulsanti di controllo e segnalazione sono montati sulla parte anteriore del quadro. Tutte le indicazioni saranno facilmente visibili. I colori sono conformi alla norma IEC 60073.

Messa a terra:

Il quadro includerà punti di messa a terra sulla porta, la carpenteria di supporto e la piastra di montaggio, per consentire il collegamento alla rete di messa dell'impianto. Il pannello sarà munito di adeguati capocorda di terra o bullone (M6 o più grande) all'esterno dell'involucro per questo scopo.

Controllo temperatura:

Il quadro elettrico sarà equipaggiato con sistemi di ventilazione forzata opportunamente dimensionati per il controllo della temperatura alle condizioni ambientali di progetto.

PLC & HMI

Il PLC sarà SIEMENS della serie S-1500.

HMI: IPC377 15" TOUCH (fungerà da interfaccia operatore per tutto l'impianto).

UPS: INCLUSA

Cablaggio bordo impianto:

- Cavi: cavi unipolari e / o multipolari flessibili schermati e / o non schermati, di rame, non armati, tipo FG16OR16, FG16OH2R16, resistenza alla propagazione della fiamma (CEI EN 60332-1-2), resistenza alla propagazione del fuoco (CEI 20-22 II), costruzione secondo CEI 20 -13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35375, CEI UNEL 35377, GOST 24334-80, direttiva bassa tensione (2006/95 / CE), la direttiva RoHS (2011/65 / CE).
- Cablaggio: i cavi di segnale e controllo saranno sempre separati dai cavi di potenza. Ciò significa che la posa avverrà in tubazione e/o canale diverse ed a una distanza sufficiente ad evitare disturbi elettromagnetici. Tutti i cavi devono essere adeguatamente dotati di protezione meccanica nella posa.

- Le tubazioni di contenimento dei cavi, giunti e raccordi (gomiti, tee, etc.) saranno di acciaio rigido zincato sendzimir. Saranno usati tubi da 3/4 di pollice minimo tranne tubi da 1/2 pollici che potranno essere utilizzati per brevi distanze per collegare gli strumenti. Le lunghezze massime dei collegamenti flessibili o dei terminale di collegamento senza protezione rigida devono essere di 30 pollici circa. Secondo la CEI EN 61386.
- Le canale di posa dei cavi saranno realizzate in acciaio zincato tipo sendzimir, del tipo con o senza copertura amovibile in base alle zone di installazione ed al rischio di danni meccanici ai cavi stessi..
- Scatole di giunzione: saranno realizzate lega di alluminio lavorata con trattamento anticorrosione di passivazione e rifinitura con vernice atossica resistente ai graffi in poliestere polimerizzato per riscaldamento; IP66 / IP67 (IEC / IEC 60529), colore RAL7042, secondo IEC / EN 60670-1.
- Pressacavi e anello di fissaggio saranno poliammide PA 6.6 autoestinguente cl.2, guarnizione in neoprene, protezione IP68, secondo IEC / EN 60423, IEC / EN 50262.
- Sezionatori motori da campo: IP65 secondo la norma EN 61346.
- Guaine flessibili per i cavi saranno in PVC plastificato con plastificanti polimerici altamente stabilizzati senza additivi a base di cadmio e piombo, IP65 protezione ignifuga (IEC 61386).
- Collegamenti unipolari e terminale di derivazione saranno in policarbonato autoestinguente, morsetto e vite saranno trattati in acciaio zincato, stagnato, piastra battente in acciaio, costruiti secondo le norme EN 60998-1, EN 60998-2-1
- Capicorda: realizzati da tubo di rame elettrolitico (EN 13600), ricotta e superficie protetta da stagnatura elettrolitica spessore di 3 micron, collare dotato di smusso e foro d'ispezione, costruiti secondo la norma IEC 61238-1, UL 486A.

Articolo 4.4.16 Tubazioni

Tubazioni aeree in acciaio inossidabile AISI 304 sia per la linea acqua che per la linea dell'aria

Tubazioni immerse in PVC o PEHD

Valvolame per la linea acqua e per la linea aria con regolazione con leva del tipo a farfalla, con corpo in ghisa, lente in AISI316 e tenuta in EPDM.

Articolo 4.4.17 Unità di sollevamento acque drenaggio

Unità di sollevamento acque drenaggio e lavaggio / flussaggio unità a membrane alla vasca di omogeneizzazione.

Descrizione tecnica:

Numero pompe: 2 x 100%

Tipo: sommergibili.

Descrizione tecnica:

Tipo di girante: canale autopulente semiaperto

Tenuta meccanica primaria: WCCR/WCCR

Tenuta meccanica secondaria: WCCR/WCCR

Portata: 60m³/h

Prevalenza: 15,0m.c.a.

Materiali:

Corpo pompa: Ghisa GG20

Girante: Acciaio inox

Liquido:

Gamma temperatura: 0 .. 40 °C

Dati elettrici:

Nr di poli: 2

Potenza - P2: 5,0 kW

Frequenza principale: 50 Hz

Voltaggio: 3 x 400-415 V

Tipo di comando: VFD

Classe efficienza: IE3

Ciascuna pompa equipaggiata con una valvola intercettazione della mandata e una valvola di non ritorno a palla. La fornitura comprende la pompa con cavo elettrico sommergibile di lunghezza 10 m, struttura di installazione con tubo guida e attacchi per fissaggio per vasca con altezza fino a 6 m e un argano a bandiera estraibile in acciaio zincato per sollevamento delle pompe.

Controllo di livello vasca di sollevamento acque di drenaggio lavaggio / flussaggio unità a membrane

Nr. 1 trasmettitore di livello con sonda radar

T esercizio: -40/-20°C...+80°C;

Classe protezione: IP 67

Corpo e membrana: PVDF

Sensore per compensazione temperatura incorporato.

Approvazione: area sicura

Attacco al processo: filetto ISO228 G1, PP-GF

Segnale: 4-20mA

Unità di pressurizzazione acqua di servizio.

Descrizione tecnica:

Numero pompe: 2

Comando: VFD

Tipo: centrifuga verticale multistadio

Potenza installata: 11,0kW

Tensione: 3x380V

Motore: IP IP55

Classe efficienza: IE3

Tenuta: HQQE

Materiali:

Corpo: AISI 316

Albero: AISI 316

Girante: AISI 316

Camicia: AISI316

Prestazioni al punto di lavoro:

Portata: 64m³/h

Prevalenza: 45,0m.c.a.

Titolo 4.5 Linea di ultrafiltrazione

Impianto di UF dotato di sistema di inversione del flusso automatico temporizzato.

Impianto di UF dotato di mantenimento del ricircolo in denitrificazione anche durante le fasi di pausa dell'impianto. Controllo della portata di ricircolo nelle fasi di pausa automatico.

Impianto di UF dotato di sistema di flussaggio automatico a fine ciclo per ogni singolo modulo separatamente. Sistema di flussaggio liberamente programmabile e sostituibile per scelta dell'operatore con flussaggio di fine ciclo per tutti i moduli in serie.

Articolo 4.5.1 Moduli UF

Caratteristiche tecniche moduli di UF

Numero di moduli di UF: 6

Caratteristiche tecniche modulo di UF installato:

Configurazione: TUBOLARE (IN-OUT)

Polimero membrana: PVDF rinforzato poliestere

Diametro pori: 30nm
Area nominale della membrana: 37,6m²
Diametro interno: 8,0mm
pH range: 2-13
Temperatura massima di esercizio: 40°

Materiale tubazioni linee di UF: AISI 316/PP/ PVC

Caratteristiche tecniche trasmettitori di portata della linea di ultrafiltrazione per la misura ed il controllo della portata di ricircolo, filtrato e controlavaggio per ogni linea di UF.

Numero: 3
Tipo: elettromagnetici
Rivestimento: gomma dura
Attacco al processo: PN16, St37-2, flangia EN1092-1 (DIN2501)
Elettrodi: 1.4435/316L
Calibrazione: 0.5%
Test addizionali: senza
Approvazione: area sicura
Custodia: compatta blu, IP67 NEMA4X
Cavo per versione separata: non prevista
Passacavo: pressacavo M20
Alimentazione: 85-250VAC
Funzione software: versione base
Uscita: 4-20mA HART + impulso passivo

Caratteristiche tecniche trasmettitori di pressione installati sulle linee di UF.

Numero: 4 (ingresso membrane, uscita membrane, permeato e controlavaggio), continuo controllo della pressione di esercizio trans membrana TMP, pressione di controlavaggio)
Tipo: Trasduttore di pressione con cella al polisilicio, adatto per la misura di pressione assoluta, resistente alle sovrappressioni fino a quattro volte il valore nominale di cella.
Materiale: AISI 316
Attacco al processo: filetto ISO228 G1/2 guarnizione DIN3852 304 mont. a filo
Uscita: 4-20mA

Caratteristiche tecniche pompe di ricircolo linee di UF

Numero pompe: 1
Comando: VFD
Tipo: centrifuga orizzontale monostadio a girante a canali. Pompa + basamento + giunto + coprigiunto.
Potenza installata: 37,0kW
Tensione: 3x380V
Motore: 4P IP55
Classe efficienza: IE3
Tenuta: meccanica singola
Girante: canali

Materiali:
Corpo: INOX CF8M
Albero: X30Cr13
Girante: INOX CF8M
Camicia: AISI316L

Prestazioni al punto di lavoro:
Portata: 140,0mc/h
Prevalenza: 35,0m.c.a.

Articolo 4.5.2 Pompa di prelievo filtrato

Numero pompe: 1

Comando: VFD

Tipo: centrifuga orizzontale monostadio a girante chiusa. Pompa + basamento + giunto + coprigiunto.

Potenza installata: 3,0kW

Tensione: 3x380V

Motore: 2P IP55

Classe efficienza: IE3

Tenuta: meccanica semplice Sil. / Sil. / VITON

Girante: chiusa

Materiali:

Corpo: INOX CF8M

Albero: X30Cr13

Girante: INOX CF8M

Camicia: AISI316L

Prestazioni al punto di lavoro:

Portata: 10,0mc/h

Prevalenza: 15,0m.c.a.

Articolo 4.5.3 Controlavaggio

Serbatoio di contenimento acqua di controlavaggio

Volume: 0,2m³

Fondo piano cielo bombato

Esecuzione in AISI304

Caratteristiche tecniche pompa di controlavaggio linee di UF

Numero pompe: 1

Comando: VFD

Tipo: centrifuga verticale multistadio

Potenza installata: 2,2kW

Tensione: 3x380V

Motore: 2P IP55

Classe efficienza: IE3

Tenuta: HQQE

Materiali:

Corpo: AISI 316

Albero: AISI 316

Girante: AISI 316

Camicia: AISI316

Prestazioni al punto di lavoro:

Portata: 10,0mc/h

Prevalenza: 40,0m.c.a.

Caratteristiche tecniche pompa di dosaggio ipoclorito di sodio per controlavaggio.

Nr. 1 pompa dosatrice digitale dalle seguenti:

Alimentazione: trifase 50 Hz

Portata: 150l/ h

Pressione massima: 10 bar

Testata dosatrice in PVDF

Membrana in PTFE
Guarnizioni in PTFE
Regolazione corsa manuale: 30...100 %
Corse al minuto: 180
Altezza di aspirazione: 4 m
Protezione: IP65
Classe efficienza: IE4
Controllo esterno: Comando impulsivo
Installazione pompa completa di valvola di tenuta pressione in PP.

Caratteristiche serbatoio:
Serbatoio stoccaggio chimici: 1
Capacità: 1000,0 L
Descrizione: Contenitore Verticale Chiuso + camicia di sicurezza a cielo aperto Entrambi in Polietilene Lineare Vergine. Totalmente Anti U.V - Certificati per Alimenti Stampati monoblocco (senza saldature) con il sistema Rotazionale. Colore Bianco Naturale. Fornito con coperchio a vite superiore CPF 410 e sfiato.
Dimensioni esterne in mm: Ø 1310 x 2000 H

Articolo 4.5.4 Serbatoio di contenimento soluzioni di lavaggio chimico e flussaggio (CIP)

Volume: 3,0m³
Fondo piano cielo bombato
Esecuzione con liner in resina bisfenolica
Rinforzo meccanico in resina isoftalica.
Accessori: Nr. 1 trasmettitore di temperatura per il controllo della fase di riscaldamento della soluzione di lavaggio.

Controllo di livello serbatoio CIP

Trasmettitore di livello dalle seguenti caratteristiche:

Numero: 1

Tipo: Trasduttore di pressione con cella al polisilicio, adatto per la misura di pressione assoluta, resistente alle sovrappressioni fino a quattro volte il valore nominale di cella.

Materiale: AISI 316

Attacco al processo: filetto ISO228 G1/2 guarnizione DIN3852 304 mont. a filo

Uscita: 4-20mA

Articolo 4.5.5 Pompa di flussaggio/lavaggio

Numero pompe: 1

Tipo: centrifuga orizzontale monostadio a girante chiusa. Pompa + basamento + giunto + coprigiunto.

Potenza installata: 15,0kW

Tensione: 3x380V

Motore: 2P IP55

Classe efficienza: IE3

Tenuta: meccanica semplice Sil. / Sil. / VITON

Girante: chiusa

Materiali:

Corpo: AISI316

Albero: AISI 316

Girante: AISI 316

Bussola: AISI 316

Prestazioni al punto di lavoro:

Portata: 120,0mc/h

Prevalenza: 25,0m.c.a.

Articolo 4.5.6 Unità di dosaggio per lavaggio membrane

Dosaggio automatico prodotto acido

Nr. 1 pompa a membrana dalle seguenti caratteristiche:

Alimentazione: aria compressa

Portata: 400l/ h

Pressione massima: 3 bar

Testata dosatrice in PVDF

Membrana in PTFE

Guarnizioni in PTFE

Altezza di aspirazione: 4 m

Protezione: IP65

Classe efficienza: IE4

Installazione pompa completa di valvola di tenuta pressione in PP.

Caratteristiche serbatoio:

Serbatoio stoccaggio chimici: 1

Capacità: 1000,0 L

Descrizione: Contenitore Verticale Chiuso + camicia di sicurezza a cielo aperto Entrambi in Polietilene Lineare Vergine. Totalmente Anti U.V - Certificati per Alimenti Stampati monoblocco (senza saldature) con il sistema Rotazionale. Colore Bianco Naturale. Fornito con coperchio a vite superiore CPF 410 e sfiato.

Dimensioni esterne in mm: Ø 1310 x 2000 H

Dosaggio automatico prodotto basico

Nr. 1 pompa a membrana dalle seguenti caratteristiche:

Alimentazione: aria compressa

Portata: 400l/ h

Pressione massima: 3 bar

Testata dosatrice in PVDF

Membrana in PTFE

Guarnizioni in PTFE

Altezza di aspirazione: 4 m

Protezione: IP65

Classe efficienza: IE4

Installazione pompa completa di valvola di tenuta pressione in PP.

Caratteristiche serbatoio:

Serbatoio stoccaggio chimici: 1

Capacità: 1000,0 L

Descrizione: Contenitore Verticale Chiuso + camicia di sicurezza a cielo aperto Entrambi in Polietilene Lineare Vergine. Totalmente Anti U.V - Certificati per Alimenti Stampati monoblocco (senza saldature)

con il sistema Rotazionale. Colore Bianco Naturale. Fornito con coperchio a vite superiore CPF 410 e sfiato.

Dimensioni esterne in mm: Ø 1310 x 2000 H

Articolo 4.5.7 Sistema di riscaldamento e controllo temperatura

Sistema di riscaldamento e controllo della temperatura del CIP indipendente per ciascun serbatoio di lavaggio a servizio di ciascuna linea.

Sistema composto da una pompa di ricircolo in acciaio inox ed uno scambiatore a fascio tubiero inox del tipo acqua / acqua completo di valvola modulante a tre vie per il controllo della temperatura.

Caratteristiche pompa di ricircolo soluzione di lavaggio da riscaldare:

Numero pompe: 1

Tipo: centrifuga orizzontale monostadio monoblocco

Potenza installata: 0,5kW

Tensione: 3x380V

Motore: 2P. V 230/400; 50Hz B3 IP55

Classe efficienza: IE4

Tenuta:meccanica semplice Sil. / Sil. / VITON

Girante: chiusa

Materiali:

Corpo: AISI316

Albero: AISI 316

Girante: AISI 316

Bussola: AISI 316

Prestazioni al punto di lavoro:

Portata: 10,0mc/h

Prevalenza: 8,0m.c.a.

Caratteristiche scambiatore di calore:

Scambiatore di calore a piastre fisse a tubi corrugati (Ø 12mm)

Tipo: Vep 3" SX-2FVS CI.

Installazione: orizzontale / verticale.

Costruzione:

Fascio tubiero rettilineo non estraibile con tubi corrugati in acciaio inox AISI 316L elettrouniti e ritrafilati saldati su piastra tubiera in acciaio inox AISI 316L.

Mantello in acciaio inox AISI 304. Giunto di dilatazione in acciaio inox AISI 321.

Connessioni:

Lato tubi: DN80 PN16.

Lato mantello: DN65 PN16.

Condizioni di progetto:

Lato tubi: 12 bar @ 200°C.

Lato mantello: 12 bar @ 200°C.

Norme di calcolo meccanico VSR-M-S.

Materiale conforme alla direttiva PED 97/23/CE.

Marcatura CE cat. I.

Lo scambiatore è in grado riscaldare serbatoio di acqua da 2000 lt. da 15°C a 45°C in 15 minuti con pompa di ricircolo da 10 m3/h.

Alimentazione nel mantello in controcorrente acqua in c.c. da 85°C a 70 °C Portata 16 m3/h.

Perdite di carico interno tubi 0.247 bar (con 10 m3/h); nel mantello 0.208 bar (con 16 m3/h)

Caratteristiche valvola modulante per il controllo della portata del fluido riscaldante:

Valvola pneumatica deviatrice a 3 vie mod.QLM 33 (chiusa via diritta in mancanza di segnale).
Corpo in ghisa EN 1561 GJL 250.
Cappello standard con premistoppa in PTFE.
Otturatore in AISI 431 con caratteristica Lineare a passaggio pieno ($Kvs = 25$), trafilamento in classe IV.
Attacchi flangiati DIN DN40-PN16.
Attuatore pneumatico mod. PN9220R con campo molla 0,4-1,2 bar (pressione differenziale max di shut-off 1.0 bar), alimentazione aria 1,6 bar.
Convertitore elettro-pneumatico mod. IPC4 ad azione diretta, segnale in ingresso 4-20 mA, segnale in uscita 2-18 psi.
Filtro riduttore aria compressa mod. FR20M.

Articolo 4.5.8 Quadro elettrico per il comando e controllo UF

Caratteristiche generali quadro:

Quadro elettrico con carpenteria del tipo a cabina standard con porte ad apertura frontale. Tutti i componenti elettrici saranno adeguatamente valutati per le condizioni di esercizio più onerose e le condizioni ambientali specificate. Quando le apparecchiature sono montate all'interno dei quadri cabine, si terrà conto di tutto il calore generato dalle apparecchiature in esso contenute ed i componenti saranno adeguatamente selezionati, valutati o declassati per soddisfare le temperature di lavoro più onerose all'interno del quadro stesso. Quadro progettato per potere d'interruzione della corrente di corto circuito di 50kA a 415V 50Hz. Conforme alla norma IEC 61439-1.
Classe di protezione: IP42 secondo EN 60529

Costruzione:

Vano in acciaio verniciato con accesso frontale, porte con giunzione a cerniera che permetteranno un adeguato accesso. Tutti i componenti e gli accessori incorporati saranno costruiti in materiali inossidabili. Telaio dell'armadio, tetto, portello posteriore saranno realizzati in lamiera d'acciaio 1,5-3,0mm, verniciatura a polvere. Piastra di montaggio e piastra ingresso cavi zincata. Colore: RAL 7035.

Ingresso cavi.

Tutte le entrate cavi saranno collocate sul lato inferiore del quadro. In tutti i casi essi i punti di entrata saranno sigillati. Saranno utilizzati pressacavi in poliammide IP68 EN50262.

Guide di montaggio

Tutti gli elementi interni come terminali, relè, temporizzatori e trasduttori, ecc. saranno montati su snap-on rails, preferibilmente secondo DIN EN 50 022. Le guide saranno apposte o nei profili di montaggio integranti nel quadro o su di un appropriata piastra di montaggio posteriore. Lampade, interruttori di comando, pulsanti di controllo e segnalazione sono montati sulla parte anteriore del quadro. Tutte le indicazioni saranno facilmente visibili. I colori sono conformi alla norma IEC 60073.

Messa a terra:

Il quadro includerà punti di messa a terra sulla porta, la carpenteria di supporto e la piastra di montaggio, per consentire il collegamento alla rete di messa dell'impianto. Il pannello sarà munito di adeguati capocorda di terra o bullone (M6 o più grande) all'esterno dell'involucro per questo scopo.

Controllo temperatura:

Il quadro elettrico sarà equipaggiato con sistemi di ventilazione forzata opportunamente dimensionati per il controllo della temperatura alle condizioni ambientali di progetto.

PLC & HMI

Il PLC sarà SIEMENS della serie S7. Interfaccia con il DCS sarà possibile a richiesta.

HMI: vedi comparto biologico.

Cablaggio bordo impianto:

- Cavi: cavi unipolari e / o multipolari flessibili schermati e / o non schermati, di rame, non armati, tipo FG16OR16, FG16OH2R16, resistenza alla propagazione della fiamma (CEI EN 60332-1-2),

resistenza alla propagazione del fuoco (CEI 20-22 II), costruzione secondo CEI 20 -13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35375, CEI UNEL 35377, GOST 24334-80, direttiva bassa tensione (2006/95 / CE), la direttiva RoHS (2011/65 / CE).

- Cablaggio: i cavi di segnale e controllo saranno sempre separati dai cavi di potenza. Ciò significa che la posa avverrà in tubazione e/o canale diverse ed a una distanza sufficiente ad evitare disturbi elettromagnetici. Tutti i cavi devono essere adeguatamente dotati di protezione meccanica nella posa.
- Le tubazioni di contenimento dei cavi, giunti e raccordi (gomiti, tee, etc.) saranno di acciaio rigido zincato sendzimir. Saranno usati tubi da 3/4 di pollice minimo tranne tubi da 1/2 pollici che potranno essere utilizzati per brevi distanze per collegare gli strumenti. Le lunghezze massime dei collegamenti flessibili o dei terminale di collegamento senza protezione rigida devono essere di 30 pollici circa. Secondo la CEI EN 61386.
- Le canale di posa dei cavi saranno realizzate in acciaio zincato tipo sendzimir, del tipo con o senza copertura amovibile in base alle zone di installazione ed al rischio di danni meccanici ai cavi stessi..
- Scatole di giunzione: saranno realizzate lega di alluminio lavorata con trattamento anticorrosione di passivazione e rifinitura con vernice atossica resistente ai graffi in poliestere polimerizzato per riscaldamento; IP66 / IP67 (IEC / IEC 60529), colore RAL7042, secondo IEC / EN 60670-1.
- Pressacavi e anello di fissaggio saranno poliammide PA 6.6 autoestinguente cl.2, guarnizione in neoprene, protezione IP68, secondo IEC / EN 60423, IEC / EN 50262.
- Sezionatori motori da campo: IP65 secondo la norma EN 61346.
- Guaine flessibili per i cavi saranno in PVC plastificato con plastificanti polimerici altamente stabilizzati senza additivi a base di cadmio e piombo, IP65 protezione ignifuga (IEC 61386).
- Collegamenti unipolari e terminale di derivazione saranno in policarbonato autoestinguente, morsetto e vite saranno trattati in acciaio zincato, stagnato, piastra battente in acciaio, costruiti secondo le norme EN 60998-1, EN 60998-2-1
- Capicorda: realizzati da tubo di rame elettrolitico (EN 13600), ricotta e superficie protetta da stagnatura elettrolitica spessore di 3 micron, collare dotato di smusso e foro d'ispezione, costruiti secondo la norma IEC 61238-1, UL 486A.

Titolo 4.6 Linea di Osmosi inversa

L'unità di osmosi inversa è costituita da Nr.1 linea. L'Impianto di filtrazione ad osmosi inversa con una potenzialità netta in ingresso di 100 m³/d massimi. L'impianto è costituito da una filtrazione micronica di sicurezza all'ingresso del primo passaggio ad osmosi, da una stazione di dosaggio del prodotto antiscalante e da una stazione di lavaggio membrane automatica, dotata di sistema di riscaldamento, per una rapida procedura di manutenzione tramite cleaning chimico delle membrane stesse.

Ad ogni fine ciclo di lavoro l'impianto è in grado di provvedere un flussaggio automatico delle membrane con acqua permeata, questo al fine di evitare di lasciare le membrane in condizioni statiche a contatto con il refluo estremamente concentrato, fenomeno che può essere causa di fouling delle membrane stesse.

Le membrane installate sono ad alta reiezione salina di tipo sea water a basso sporcamento; questo per ottenere acqua permeata di ottima qualità in base alle ipotesi fatte e di poter operare in questo primo stadio con il rapporto di concentrazione desiderato.

L'impianto è costituito da due stadi di concentrazione in serie, con un booster di rilancio nel primo stadio di concentrazione, questo al fine di ottimizzare il consumo energetico e il flusso di esercizio attraverso le membrane.

L'impianto ad osmosi è assemblato su di uno skid di acciaio inossidabile AISI 304.

- Materiale tubazioni linea di bassa pressione: PVC
- Materiale tubazioni linea di alta pressione: AISI 316
- Materiale Vessels di contenimento membrane: PRFV 1000psi

Articolo 4.6.1 Valvole linee

Caratteristiche valvole linee di bassa pressione

Tipo: farfalla wafer

Costruzione: centrica bidirezionale

Pressione nominale: PN16
Campo di temperature: -5° + 40°C
Materiale corpo valvola: PVC
Materiale lente: PVC
Materiale di tenuta: EPDM
Tipo di comando: pneumatica DE/ manuale a leva
Tipo: sfera incollaggio
Pressione nominale: PN16
Campo di temperature: -5° + 40°C
Materiale corpo valvola: PVC
Materiale lente: PVC
Materiale di tenuta: PTFE
Tipo di comando: pneumatica DE/ manuale

Caratteristiche valvole linee di alta pressione

Tipo: sfera tre pezzi a saldare
Pressione nominale: PN40
Campo di temperature: 5° + 100°C
Materiale corpo valvola: AISI 316
Materiale sfera: AISI 316
Materiale di tenuta: PTFE
Tipo di comando: pneumatica DE/ manuale a leva

Articolo 4.6.2 Pompa di alimento

Pompa di alimento

Numero pompe: 1
Tipo: centrifuga orizzontale monostadio a girante chiusa. Pompa + basamento + giunto + coprigiunto.
Potenza installata: 2,2kW
Tensione: 3x400V
Motore: 2P IP55
Classe efficienza: IE4
Tenuta: meccanica semplice Sil. / Sil. / VITON
Girante: chiusa

Materiali:

Corpo: INOX CF8M
Albero: X30Cr13
Girante: INOX CF8M
Camicia: AISI316L
Prestazioni al punto di lavoro:
Portata: 5,0mc/h
Prevalenza: 20,0m.c.a.

Articolo 4.6.3 Unità di controllo pH

Unità di correzione automatica in linea di pH costituita da:

Nr. 1 mixer statico in PVC

Nr. 1 pH metro digitale dalle seguenti caratteristiche:

Uscita in corrente: 4...20 mA
Ingresso elettrodo pH da morsetto normale / differenziale
Campo di misura: -1,00...15,00 pH
Risoluzione: 0,01 pH

Ingresso Pt100 nel campo: -20...+120 °C
Display LCD retro illuminato con menù in Italiano
Completo di elettrodo di misura completo di sonda ad inserzione dalle seguenti caratteristiche:
Elettrodo di pH per processi chimici, emulsioni, sospensioni, mezzi contenenti proteine e solfuri.
Scala di misura: 1...12 pH
Temperatura: 0...100 °C
Pressione massima: 16 bar (25°C) , 6 bar (100°C)
Conduttività minima: > 150 uS
Diaframma: aperto ad elettrolita solido
Dimensioni: 12 x 120 mm
Attacco al processo Standard PG 13,5
Connessione elettrica Standard SN6

Nr. 1 pompa dosatrice acido digitale dalle seguenti caratteristiche:

Portata: 15l/ h
Pressione massima: 6 bar
Testata dosatrice in PVDF
Membrana in PTFE
Guarnizioni in PTFE
Corse al minuto: 180
Altezza di aspirazione: 4 m
Protezione: IP65
Classe efficienza: IE4
Controllo esterno: Comando impulsivo 4/20mA
Installazione pompa completa di valvola di tenuta pressione in PP.

Articolo 4.6.4 Serbatoi di contenimento acido per correzione pH

Serbatoi di contenimento acido per correzione pH:

Nr. 1 Serbatoio verticale con piedi a cielo chiuso in PRFV.

Serbatoio cilindrico verticale, fondo inferiore piano, fondo superiore bombato, realizzato in PEHD della capacità geometrica 10,0 m³.

Caratteristiche tecniche:

Prodotto: Acido solforico 30%
Diametro: 2000 mm
Altezza parte cilindrica: 3180 mm
Altezza totale da terra: 3710mm
Volume totale: 10,0 m³
Temperatura di esercizio: 40°C
Pressione di esercizio: ATM
Accessori : trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX;
trappola fumi

Filtrazione di sicurezza a cartucce

Numero filtri: 2 (2x100%)

Materiale: AISI316

Numero cartucce: 3x30"

Tipo di cartuccia: PP melt blown 5micron DOE

Articolo 4.6.5 Gruppo dosaggio antiscalante

Unità di dosaggio proporzionale di prodotto antiscalante costituita da:

Nr. 1 pompa dosatrice digitale dalle seguenti:

Alimentazione: monofase 50 Hz

Portata: 2l/ h

Pressione massima: 10 bar

Testata dosatrice in PVC

Membrana in PTFE

Guarnizioni in EPDM

Regolazione corsa manuale: 30...100 %

Corse al minuto: 180

Altezza di aspirazione: 4 m

Protezione: IP65

Classe efficienza: IE4

Controllo esterno: Comando impulsivo

Installazione pompa completa di valvola di tenuta pressione in PP.

Nr. 1 serbatoio di contenimento prodotto da 300l in PE dotato di camicia di sicurezza e interruttori di pre-allarme e allarme di minimo livello.

Articolo 4.6.6 Gruppo di pressurizzazione

Caratteristiche tecniche gruppo di pressurizzazione primo stadio:

Numero pompe: 2 operanti in serie

Comando: VFD

Tipo: centrifuga verticale multistadio

Potenza installata: 2x5,5kW

Tensione: 3x380V

Motore: 2P IP55

Classe efficienza: IE3

Tenuta: HQQE

Materiali:

Corpo: AISI 316

Albero: AISI 316

Girante: AISI 316

Camicia: AISI316

Prestazioni al punto di lavoro:

Portata: 5,0mc/h

Prevalenza: 190,0+ 200,0m.c.a.

Caratteristiche gruppo di pressurizzazione secondo stadio di concentrazione:

Numero pompe: 1

Comando: VFD

Tipo: centrifuga multistadio booster

Potenza installata: 11,0kW

Tensione: 3x380V

Motore: 2P IP55

Classe efficienza: IE3

Tenuta: HQQE

Materiali:

Corpo: AISI 316

Albero: AISI 316

Girante: AISI 316
Camicia: AISI316

Prestazioni al punto di lavoro:
Portata: 8,0mc/h
Prevalenza: 220,0m.c.a.

Articolo 4.6.7 Membrane e trasmettitori (portata, pressione e conducibilità)

Caratteristiche membrane osmosi inversa primo passaggio, doppio stadio di concentrazione:

Numero: 15
Tipo: TFM (thin film membrane) sea water
Pressione di lavoro massima: 73,0bar
Dimensione: 8"x40"
Temperatura massima: 40°C
pH ottimale di reiezione: 7,0-7,5
pH range lavoro: 4,0-11,0
pH cleaning: 2,0-11,50
Reiezione media (*): 99,5%
Reiezione minima (*): 99,0%

Caratteristiche tecniche trasmettitori di portata per misura portata: ingresso e concentrato.

Numero: 2
Rivestimento: gomma dura
Attacco al processo: PN40, St37-2, flangia EN1092-1 (DIN2501)
Elettrodi: 1.4435/316L
Calibrazione: 0.5%
Test addizionali: senza
Approvazione: area sicura
Custodia: compatta blu, IP67 NEMA4X
Cavo per versione separata: non prevista
Passacavo: pressacavo M20
Alimentazione: 85-250VAC
Funzione software: versione base
Uscita: 4-20mA HART + impulso passivo

Caratteristiche tecniche trasmettitori di pressione differenziali:

Numero: 2 (uno per ciascun array di membrane)
Tipo: Trasduttore di pressione differenziale con cella al polisilicio resistente alle sovrappressioni fino a quattro volte il valore nominale di cella.
Connessione elettrica: ISO4400M16, IP65 NEMA4X
Materiale a contatto con il fluido: AISI 316
Attacco al processo: filetto ISO228 G1/2 guarnizione DIN3852 304
Uscita: 4-20mA

Caratteristiche tecniche trasmettitori di conducibilità installato sulla linea permeato.

Numero:1
Tipo: elettronico, con controllo della temperatura e compensazione automatica, segnale in uscita 4-20mA, display LCD.
Range: 1,0..2000microSiemens/cm

Sonda di temperatura integrata: Pt 1000 IEC A class
Sonda: Grafite.

Articolo 4.6.8 Serbatoio soluzioni di lavaggio chimico

Serbatoio di preparazione e contenimento soluzioni di lavaggio chimico

Volume: 300 l

Materiale: ACCIAIO INOX

Accessori:

Nr. 1 Trasmettitore di livello per controllo automatico fasi di flussaggio e lavaggio con caricamento serbatoio di acqua di qualità.

Nr. 1 trasmettitore di temperatura per il controllo della fase di riscaldamento della soluzione di lavaggio.

Sistema di riscaldamento e controllo della temperatura CIP:

Sistema composto da una pompa di ricircolo in acciaio inox ed uno scambiatore a fascio tubiero inox del tipo acqua / acqua completo di valvola modulante a tre vie per il controllo della temperatura.

Caratteristiche pompa di ricircolo soluzione di lavaggio da riscaldare:

Numero pompe: 1

Tipo: centrifuga orizzontale monostadio monoblocco

Potenza installata: 0,5kW

Tensione: 3x380V

Motore: 2P. V 230/400; 50Hz B3 IP55

Classe efficienza IE4

Tenuta: meccanica semplice Sil. / Sil. / VITON

Girante: chiusa

Materiali:

Corpo: AISI316

Albero: AISI 316

Girante: AISI 316

Bussola: AISI 316

Prestazioni al punto di lavoro:

Portata: 10,0mc/h

Prevalenza: 8,0m.c.a.

Caratteristiche scambiatore di calore:

Scambiatore di calore a piastre fisse a tubi corrugati (Ø 12mm)

Tipo: Vep 3" SX-2FVS CI.

Installazione: orizzontale / verticale.

Costruzione:

Fascio tubiero rettilineo non estraibile con tubi corrugati in acciaio inox AISI 316L elettrouniti e ritrafilati saldati su piastra tubiera in acciaio inox AISI 316L.

Mantello in acciaio inox AISI 304. Giunto di dilatazione in acciaio inox AISI 321.

Conessioni:

Lato tubi: DN80 PN16.

Lato mantello: DN65 PN16.

Condizioni di progetto:

Lato tubi: 12 bar @ 200°C.

Lato mantello: 12 bar @ 200°C.

Norme di calcolo meccanico VSR-M-S.
Materiale conforme alla direttiva PED 97/23/CE.
Marcatura CE cat. I.

Lo scambiatore è in grado riscaldare serbatoio di acqua da 2000 lt. da 15°C a 45°C in 15 minuti con pompa di ricircolo da 10 m3/h.

Alimentazione nel mantello in controcorrente acqua in c.c. da 85°C a 70 °C Portata 16 m3/h.

Perdite di carico interno tubi 0.247 bar (con 10 m3/h); nel mantello 0.208 bar (con 16 m3/h)

Caratteristiche valvola modulante per il controllo della portata del fluido riscaldante:

Valvola pneumatica deviatrice a 3 vie mod.QLM 33 (chiusa via diritta in mancanza di segnale).

Corpo in ghisa EN 1561 GJL 250.

Cappello standard con premistoppa in PTFE.

Otturatore in AISI 431 con caratteristica Lineare a passaggio pieno ($Kvs = 25$), trafilamento in classe IV.

Attacchi flangiati DIN DN40-PN16.

Attuatore pneumatico mod. PN9220R con campo molla 0,4-1,2 bar (pressione differenziale max di shut-off 1.0 bar), alimentazione aria 1,6 bar.

Convertitore elettro-pneumatico mod. IPC4 ad azione diretta, segnale in ingresso 4-20 mA, segnale in uscita 2-18 psi.

Filtro riduttore aria compressa mod. FR20M.

Articolo 4.6.9 Pompe di dosaggio

Pompa di dosaggio automatico prodotto acido per lavaggio membrane

Nr. 1 pompa a membrana dalle seguenti caratteristiche:

Alimentazione: aria compressa

Portata: 400l/ h

Pressione massima: 3 bar

Testata dosatrice in PVDF

Membrana in PTFE

Guarnizioni in PTFE

Altezza di aspirazione: 4 m

Protezione: IP65

Classe efficienza: IE4

Pompa di dosaggio automatico prodotto basico per lavaggio membrane

Nr. 1 pompa a membrana dalle seguenti caratteristiche:

Alimentazione: aria compressa

Portata: 400l/ h

Pressione massima: 3 bar

Testata dosatrice in PVDF

Membrana in PTFE

Guarnizioni in PTFE

Altezza di aspirazione: 4 m

Protezione: IP65

Articolo 4.6.10 Unità pH in ingresso al secondo passaggio

Unità di controllo pH in ingresso al secondo passaggio

Unità di correzione automatica in linea di pH costituita da:

Nr. 1 mixer statico in PVC

Nr. 1 pH metro digitale dalle seguenti caratteristiche:

Uscita in corrente: 4...20 mA

Ingresso elettrodo pH da morsetto normale / differenziale

Campo di misura: -1,00...15,00 pH

Risoluzione: 0,01 pH

Ingresso Pt100 nel campo: -20...+120 °C

Display LCD retro illuminato con menù in Italiano

Completo di elettrodo di misura completo di sonda ad inserzione dalle seguenti caratteristiche:

Elettrodo di pH per processi chimici, emulsioni, sospensioni, mezzi contenenti proteine e solfuri.

Scala di misura: 1...12 pH

Temperatura: 0...100 °C

Pressione massima: 16 bar (25°C) , 6 bar (100°C)

Conduttività minima: > 150 uS

Diaframma: aperto ad elettrolita solido

Dimensioni: 12 x 120 mm

Attacco al processo Standard PG 13,5

Connessione elettrica Standard SN6

Nr. 1 pompe dosatrici soda digitale dalle seguenti caratteristiche:

Alimentazione: trifase 50 Hz

Portata: 15/ h

Pressione massima: 6 bar

Testata dosatrice in PVDF

Membrana in PTFE

Guarnizioni in PTFE

Regolazione corsa manuale: 30...100 %

Corse al minuto: 180

Altezza di aspirazione: 4 m

Protezione: IP65

Classe efficienza: IE4

Controllo esterno: Comando impulsivo

Installazione pompa completa di valvola di tenuta pressione in PP.

Articolo 4.6.11 Gruppo di alimento secondo passaggio

Caratteristiche gruppo di alimento secondo passaggio:

Numero pompe: 1

Comando: DOL

Tipo: centrifuga verticale multistadio

Potenza installata: 1,1kW

Tensione: 3x380V

Motore: 2P IP55

Classe efficienza: IE4

Tenuta: HQQE

Materiali:

Corpo: AISI 316

Albero: AISI 316

Girante: AISI 316

Camicia: AISI316

Prestazioni al punto di lavoro:
Portata: 5,0mc/h
Prevalenza: 20,0m.c.a.

Articolo 4.6.12 Gruppo di pressurizzazione secondo passaggio

Caratteristiche gruppo di pressurizzazione secondo passaggio

Numero pompe: 1
Comando: VFD
Tipo: centrifuga verticale multistadio
Potenza installata: 7,5kW
Tensione: 3x380V
Motore: 2P IP55
Classe efficienza: IE3
Tenuta: HQQE

Materiali:
Corpo: AISI 316
Albero: AISI 316
Girante: AISI 316
Camicia: AISI316

Prestazioni al punto di lavoro:
Portata: 8,0mc/h
Prevalenza: 160,0m.c.a.

Articolo 4.6.13 Membrane e trasmettitori secondo passaggio

Caratteristiche membrane osmosi inversa secondo passaggio:

Numero: 5
Tipo: TFM (thin film membrane) brackish water
Pressione di lavoro massima: 73,0bar
Dimensione: 8"
Temperatura massima: 40°C
pH ottimale di reiezione: 7,0-7,5
pH range lavoro: 4,0-11,0
pH cleaning: 2,0-11,50
Reiezione media (*): 99,82%
Reiezione minima (*): 99,0%

Caratteristiche tecniche trasmettitori di portata per misura portata concentrato secondo passaggio.

Numero: 1
Rivestimento: gomma dura
Attacco al processo: PN40, St37-2, flangia EN1092-1 (DIN2501)
Elettrodi: 1.4435/316L
Calibrazione: 0.5%
Test addizionali: senza
Approvazione: area sicura
Custodia: compatta blu, IP67 NEMA4X
Cavo per versione separata: non prevista
Passacavo: pressacavo M20
Alimentazione: 85-250VAC
Funzione software: versione base

Uscita: 4-20mA HART + impulso passivo

Caratteristiche tecniche trasmettitori di pressione differenziali secondo passaggio:

Numero: 1 (uno per ciascun array di membrane)

Tipo: Trasduttore di pressione differenziale con cella al polisilicio resistente alle sovrappressioni fino a quattro volte il valore nominale di cella.

Connessione elettrica: ISO4400M16, IP65 NEMA4X

Materiale a contatto con il fluido: AISI 316

Attacco al processo: filetto ISO228 G1/2 guarnizione DIN3852 304

Uscita: 4-20mA

Caratteristiche tecniche trasmettitori di conducibilità linea permeato secondo passaggio.

Numero: 1

Tipo: elettronico, con controllo della temperatura e compensazione automatica, segnale in uscita 4-20mA, display LCD.

Range: 1,0..2000microSiemens/cm

Sonda di temperatura integrata: Pt 1000 IEC A class

Sonda: Grafite.

Articolo 4.6.14 Serbatoio di alimento secondo passaggio

Serbatoio di alimento secondo passaggio.

Volume: 100 l

Materiale: ACCIAIO INOX

Accessori:

Nr. 1 Trasmettitore di livello per controllo automatico fasi di flussaggio e lavaggio con caricamento serbatoio di acqua di qualità.

Articolo 4.6.15 Unità di controllo pH permeato secondo passaggio

Unità di controllo pH permeato secondo passaggio

Unità di correzione automatica in linea di pH costituita da:

Nr. 1 mixer statico in PVC

Nr. 1 pH metro digitale dalle seguenti caratteristiche:

Uscita in corrente: 4...20 mA

Ingresso elettrodo pH da morsetto normale / differenziale

Campo di misura: -1,00...15,00 pH

Risoluzione: 0,01 pH

Ingresso Pt100 nel campo: -20...+120 °C

Display LCD retro illuminato con menù in Italiano

Completo di elettrodo di misura completo di sonda ad inserzione dalle seguenti caratteristiche:

Elettrodo di pH per processi chimici, emulsioni, sospensioni, mezzi contenenti proteine e solfuri.

Scala di misura: 1...12 pH

Temperatura: 0...100 °C

Pressione massima: 16 bar (25°C) , 6 bar (100°C)

Conduttività minima: > 150 uS

Diaframma: aperto ad elettrolita solido

Dimensioni: 12 x 120 mm

Attacco al processo Standard PG 13,5

Connessione elettrica Standard SN6

Nr. 1 pompa dosatrice soda digitale dalle seguenti caratteristiche:

Alimentazione: trifase 50 Hz
Portata: 15,0l/ h
Pressione massima: 6 bar
Testata dosatrice in PVDF
Membrana in PTFE
Guarnizioni in PTFE
Regolazione corsa manuale: 30...100 %
Corse al minuto: 180
Altezza di aspirazione: 4 m
Protezione: IP65
Classe efficienza: IE4
Controllo esterno: Comando impulsivo
Installazione pompa completa di valvola di tenuta pressione in PP.

Articolo 4.6.16 Quadro elettrico per il comando e controllo

Nr. 1 Quadro elettrico per il comando e controllo di una linea di RO.

Caratteristiche generali quadro:

Quadro elettrico con carpenteria del tipo a cabina standard con porte ad apertura frontale. Tutti i componenti elettrici saranno adeguatamente valutati per le condizioni di esercizio più onerose e le condizioni ambientali specificate. Quando le apparecchiature sono montate all'interno dei quadri cabine, si terrà conto di tutto il calore generato dalle apparecchiature in esso contenute ed i componenti saranno adeguatamente selezionati, valutati o declassati per soddisfare le temperature di lavoro più onerose all'interno del quadro stesso. Quadro progettato per potere d'interruzione della corrente di corto circuito di 50kA a 415V 50Hz. Conforme alla norma IEC 61439-1.

Classe di protezione: IP42 secondo EN 60529

Costruzione:

Vano in acciaio verniciato con accesso frontale, porte con giunzione a cerniera che permetteranno un adeguato accesso. Tutti i componenti e gli accessori incorporati saranno costruiti in materiali inossidabili. Telaio dell'armadio, tetto, portello posteriore saranno realizzati in lamiera d'acciaio 1,5-3,0mm, verniciatura a polvere. Piastra di montaggio e piastra ingresso cavi zincata. Colore: RAL 7035.

Ingresso cavi.

Tutte le entrate cavi saranno collocate sul lato inferiore del quadro. In tutti i casi essi i punti di entrata saranno sigillati. Saranno utilizzati pressacavi in poliammide IP68 EN50262.

Guide di montaggio

Tutti gli elementi interni come terminali, relè, temporizzatori e trasduttori, ecc saranno montati su snap-on rails, preferibilmente secondo DIN EN 50 022. Le guide saranno apposte o nei profili di montaggio integranti nel quadro o su di un appropriata piastra di montaggio posteriore. Lampade, interruttori di comando, pulsanti di controllo e segnalazione sono montati sulla parte anteriore del quadro. Tutte le indicazioni saranno facilmente visibili. I colori sono conformi alla norma IEC 60073.

Messa a terra:

Il quadro includerà punti di messa a terra sulla porta, la carpenteria di supporto e la piastra di montaggio, per consentire il collegamento alla rete di messa dell'impianto. Il pannello sarà munito di adeguati capocorda di terra o bullone (M6 o più grande) all'esterno dell'involucro per questo scopo.

Controllo temperatura:

Il quadro elettrico sarà equipaggiato con sistemi di ventilazione forzata opportunamente dimensionati per il controllo della temperatura alle condizioni ambientali di progetto.

PLC & HMI

Il PLC sarà SIEMENS della serie S7. Interfaccia con il DCS sarà possibile a richiesta.

HMI: vedi q.e. comparto biologico

UPS

Quadro elettrico equipaggiato con nr. 1 unità UPS per alimentazione e protezione del comparto PLC e automazione:

Potenza: 800VA/480W

Tensione nominale: 220-240V

Batteria: VRLA AGM al piombo senza manutenzione

Tempo di ricarica: 6-8h

Protezioni: Eccessiva scarica della batteria-sovracorrente-cortocircuito.

Prese di uscita: 4IEC 320 C13

Cablaggio bordo impianto:

- Cavi: cavi unipolari e / o multipolari flessibili schermati e / o non schermati, di rame, non armati, tipo FG16OR16, FG16OH2R16, resistenza alla propagazione della fiamma (CEI EN 60332-1-2), resistenza alla propagazione del fuoco (CEI 20-22 II), costruzione secondo CEI 20 -13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35375, CEI UNEL 35377, GOST 24334-80, direttiva bassa tensione (2006/95 / CE), la direttiva RoHS (2011/65 / CE).
- Cablaggio: i cavi di segnale e controllo saranno sempre separati dai cavi di potenza. Ciò significa che la posa avverrà in tubazione e/o canale diverse ed a una distanza sufficiente ad evitare disturbi elettromagnetici. Tutti i cavi devono essere adeguatamente dotati di protezione meccanica nella posa.
- Le tubazioni di contenimento dei cavi, giunti e raccordi (gomiti, tee, etc.) saranno di acciaio rigido zincato sendzimir. Saranno usati tubi da 3/4 di pollice minimo tranne tubi da 1/2 pollici che potranno essere utilizzati per brevi distanze per collegare gli strumenti. Le lunghezze massime dei collegamenti flessibili o dei terminale di collegamento senza protezione rigida devono essere di 30 pollici circa. Secondo la CEI EN 61386.
- Le canale di posa dei cavi saranno realizzate in acciaio zincato tipo sendzimir, del tipo con o senza copertura amovibile in base alle zone di installazione ed al rischio di danni meccanici ai cavi stessi..
- Scatole di giunzione: saranno realizzate lega di alluminio lavorata con trattamento anticorrosione di passivazione e rifinitura con vernice atossica resistente ai graffi in poliestere polimerizzato per riscaldamento; IP66 / IP67 (IEC / IEC 60529), colore RAL7042, secondo IEC / EN 60670-1.
- Pressacavi e anello di fissaggio saranno poliammide PA 6.6 autoestinguente cl.2, guarnizione in neoprene, protezione IP68, secondo IEC / EN 60423, IEC / EN 50262.
- Sezionatori motori da campo: IP65 secondo la norma EN 61346.
- Guaine flessibili per i cavi saranno in PVC plastificato con plastificanti polimerici altamente stabilizzati senza additivi a base di cadmio e piombo, IP65 protezione ignifuga (IEC 61386).
- Collegamenti unipolari e terminale di derivazione saranno in policarbonato autoestinguente, morsetto e vite saranno trattati in acciaio zincato, stagnato, piastra battente in acciaio, costruiti secondo le norme EN 60998-1, EN 60998-2-1
- Capicorda: realizzati da tubo di rame elettrolitico (EN 13600), ricotta e superficie protetta da stagnatura elettrolitica spessore di 3 micron, collare dotato di smusso e foro d'ispezione, costruiti secondo la norma IEC 61238-1, UL 486A.

Articolo 4.6.17 Evaporatore

L'evaporazione consiste nel passaggio di stato dallo stato liquido a quello aeriforme che, in presenza di vuoto, avviene a temperatura inferiore rispetto alla temperatura di ebollizione a pressione atmosferica, permettendo in tal modo di beneficiare di un notevole risparmio energetico.

IWE è specializzata nella produzione di evaporatori sottovuoto a basso consumo energetico, che permettono di ottenere una buona qualità del distillato, offrendo la possibilità d'impiego per diverse tipologie di reflui.

Tensione (Volt) 3ph x 400
 Frequenza (Hz) 50
 Produzione di distillato riferita ad acqua (l/h) 1500
 Produzione di distillato riferita ad acqua (l/24h) 36.000
 Prevalenza di adduzione del prodotto da trattare (bar) 0,5
 Pressione di uscita dell'evaporato (bar) 0,5
 Pressione di uscita del concentrato con scarico da sottovuoto (bar) 1
 Fabbisogno di aria pneumatica pulita e asciutta, con P min. 6 bar (litri) 0,1
 Potenza elettrica assorbita (kW) 9,9
 Potenzialità termica riscaldamento kWth (acqua calda) 350 (300.000 Kcal/h)
 Portata acqua calda necessaria (T min. 90°C - $\Delta T \sim 7^\circ\text{C}$) m³/h 43
 Potenzialità termica condensazione kWth 350 (300.000 Kcal/h)
 Portata acqua calda necessaria (T max. 32°C - $\Delta T \sim 7^\circ\text{C}$) m³/h 43
 Temperatura max. reflu in ingresso all'evaporatore 30° C
 Ingombri indicativi (cm) 350 x 600 x 380h

Strumentazione

Vuotomanometro In AISI 316 L di tipo analogico;
 Sensori di livello minimo + lavoro in caldaia di ebollizione In AISI 316 L in materiale speciale anticorrosivo;
 Sensori di livello emergenza e barilotti del gruppo del vuoto In AISI 316 L
 Pressostati Danfoss;
 Trasmettitori di pressione In AISI 316 L di tipo analogico;
 Filtro riduttore di pressione;
 In materiale plastico con manometro e raccoglitore di umidità

Articolo 4.6.18 Caldaia a servizio della sezione depurativa e locale tecnico

L' evaporatore della serie IWE (sopra selezionato) che si trova a valle del Processo di Osmosi, utilizza scambiatori di calore a piastre immersi direttamente nelle caldaie di ebollizione.

Caldaia in acciaio monoblocco a tre giri di fumo effettivi abbinabili a bruciatori ad aria soffiata

- larghezza ridotta (serie stretta) facilita il posizionamento in centrale termica.
- tubi fumo sono completi di turbolatori estraibili in acciaio inox che consentono di ottimizzare l'efficienza dello scambio termico senza aumentare le perdite di carico.
- portellone è ad apertura ambidestra e dotato di spioncino con presa di pressione.
- pannellature sono realizzate in lamiera verniciata a fuoco.
- corpo e lo zaino fumi sono totalmente accessibili per facilitare le operazioni di manutenzione.

CALDAIA IN ACCIAIO AD ARIA SOFFIATA TRE GIRI DI FUMO Tipo Riello mod. RTS 511 3S o equivalenti avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Combustibile di alimentazione: MTN/GPL/OIL
- Classe di rendimento: $\geq 90 + 2 \log P_n$
- P. nominale max 80-60 °C: 488 kW
- P. nominale min 80-60°C: 243,7kW
- Rendimento a P. max 80-60 °C: 95.5 %
- Portata massima fumi max-min: 0.2320 - 0.1162 Kg/s
- Carico termico volumetrico P_n max: 1127 kW/mc
- Pressione massima di esercizio: 6 bar
- Contenuto di acqua: 655 l

Nella fornitura sono compresi:

- n. 1 piastra portabrucciato
- n. 1 tipo Riello tech prime o equivalente
- n. 1 RS 55/E BLU o equivalente
- n. 1 MB 420/1 - RT 52 o equivalente
- n. 1 Modulatore RWF55.5 o equivalente
- n. 1 Sonda temperatura
- n. 1 Pompa di circolazione

- Circuito di mandata e ritorno del fluido termovettore fino alle flange degli scambiatori, dell'evaporatore, dell'UF, dell'RO e dell'MBR compreso raccordi, riduzioni, strumenti necessari alla corretta modulazione delle portate.
- Tubazione di alimentazione della caldaia dal punto consegna
- Sistemi di filtrazione, addolcimento e condizionamento chimico per rendere l'acqua compatibile al circuito di riscaldamento

Locale tecnico per l'alloggiamento della caldaia

Fornitura e posa in opera di Locale Tecnico Fuori Terra per ubicazione caldaia con lastra di copertura di spessore di cm.10 piana, delle dimensioni esterne di cm.300x470xh260 realizzata in Cemento Armato Vibrato monoblocco, rinforzata con pilastri verticali, con pittura elastomerica protettiva antifessurazione delle pareti esterne in calcestruzzo ad alta elasticità permanente ed elevata resistenza chimica, calcestruzzo in classe di resistenza a compressione C45/55 (RCK >55 N/mm²), armature interne in acciaio ad aderenza migliorata controllate in stabilimento e rete elettrosaldata a maglia quadrata di tipo B450C, corredata di attestazioni RESISTENZA CHIMICA e REAZIONE AL FUOCO (classe: A1) rilasciate da organo esterno secondo le norme UNI EN.

Il Locale Tecnico deve essere fornito completo di:

- tinteggiatura interna colore bianco pareti verticali e sotto lastra di copertura;
- sigillatura lastra di copertura alla cabina;
- impermeabilizzazione con guaina ardesiata sopra la copertura;
- porta REI 60 Anta Singola 900X2050 mm completa di accessori e verniciatura per esterni;
- Aperture di aereazioni permanenti a filo soffitto o in copertura di superficie pari a 0,60 m²

Apertura a soffitto per permettere lo scarico fumi della caldaia di dimensioni adeguate secondo le indicazioni del produttore della stessa.

<https://www.edilimpianti.it/prodotti/depurazione-industriale/cabina-prefabbricata-vano-servizi-locale-tecnico>

Titolo 4.7 Serbatoi stoccaggio intermedi

Articolo 4.7.1 Serbatoio di stoccaggio permeato UF / Alimento RO

Serbatoio cilindrico verticale, fondo inferiore bombato, fondo superiore bombato, realizzato in vetroresina PRFV, della capacità geometrica 20,0 m³. Dimensioni diametro 1800 mm, altezza totale 8500 mm, con n.4 piedi in PRFV H=300mm circa.

Norme costruttive: EN 13920 / EN 13121-3.

Liner in resina Vinilestere. Struttura in resina Poliestere. Finitura traslucida con UV-absorber.

Caratteristiche tecniche:

Diametro: 1800 mm

Altezza parte cilindrica: -- mm

Altezza totale da terra: 8500mm

Volume totale: 20,0 m³

Temperatura di esercizio: 50°C

Pressione di esercizio: ATM

Accessori: trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX

Articolo 4.7.2 Serbatoio di stoccaggio permeato RO

Serbatoio cilindrico verticale, fondo inferiore bombato, fondo superiore bombato, realizzato in vetroresina PRFV, della capacità geometrica 50,0 m³. Dimensioni diametro 2500 mm, altezza totale 11080 mm, con n.4 piedi in PRFV H=300mm circa.

Norme costruttive: EN 13920 / EN 13121-3.

Liner in resina Vinilestere. Struttura in resina Poliestere. Finitura traslucida con UV-absorber.

Caratteristiche tecniche:

Diametro: 2500 mm

Altezza parte cilindrica: -- mm

Altezza totale da terra: 11080mm

Volume totale: 50,0 m³

Temperatura di esercizio: 50°C

Pressione di esercizio: ATM

Accessori: trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX

Articolo 4.7.3 Serbatoio di stoccaggio concentrato RO

Serbatoio cilindrico verticale, fondo inferiore bombato, fondo superiore bombato, realizzato in vetroresina PRFV, della capacità geometrica 50,0 m³. Dimensioni diametro 2500 mm, altezza totale 11080 mm, con n.4 piedi in PRFV H=300mm circa.

Norme costruttive: EN 13920 / EN 13121-3.

Liner in resina Vinilestere. Struttura in resina Poliestere. Finitura traslucida con UV-absorber.

Caratteristiche tecniche:

Diametro: 2500 mm

Altezza parte cilindrica: -- mm

Altezza totale da terra: 11080mm

Volume totale: 50,0 m³

Temperatura di esercizio: 50°C

Pressione di esercizio: ATM

Accessori: trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX

Capitolo 5 Opere sistemazione a verde

Fermo restando l'applicazione dei punti 2.6.3 e 2.6.4 del D.M. "CAM Edilizia" del 23 giugno 2022 e gli elaborati specialistici di progetto appartenenti alla Classe 5, gli articoli del presente capitolo sono da intendersi prescrittivi e complementari.

Titolo 5.1 Qualità dei materiali

Articolo 5.1.1 Generalità

Sono previste opere di mitigazione ambientale come sistemazione a verde della fascia perimetrale all'impianto e delle aree interne (*cf. Elaborato di progetto: 5.1.1 Relazione opere di mitigazione ambientale e 5.1.2. Planimetria opere di mitigazione ambientale*).

le specie arbustive saranno della macchia mediterranea (*Ampelodesmos mauritanicus*, *rosmarinus officinalis*, *Nerium oleander*, *Spartium jungeum*, *teucrium fruticans*) e di specie arboree quali, *Ceratonia siliqua*, *Pinus pinaster*, *Quercus ilex*.

Per il reinverdimento di grandi superfici, saranno piantate specie costituite essenzialmente da graminacee. Le essenze utilizzate per il reinverdimento di grandi superfici, saranno costituiti essenzialmente da graminacee.

Articolo 5.1.2 Forniture dei materiali e valutazione dei lavori

L'esecutore è tenuto a fornire materiali di prima qualità, rispettando le prescrizioni di progetto e quelle contenute nel presente documento, e a eseguire i lavori a perfetta regola d'arte.

Tutto il materiale, agrario occorrente per l'esecuzione delle opere, dovrà essere delle migliori qualità, senza difetti e in ogni caso con qualità e pregi uguali o superiori a quanto è prescritto nel progetto e dalla normativa vigente.

Le operazioni di sistemazione a verde dovranno essere eseguite da personale qualificato e con attrezzature adeguate al fine di assicurare il regolare svolgimento dei lavori.

Tutte le opere che, a giudizio della Direzione Lavori, non siano state eseguite secondo le prescrizioni di progetto e a perfetta regola d'arte, dovranno essere rifatte a cura dell'esecutore.

Articolo 5.1.3 Terreno

Il terreno dovrà essere privo di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti, che possano ostacolare le lavorazioni del terreno stesso dopo la posa.

Dovrà, inoltre, essere privo di agenti patogeni, semi di erbe infestanti o altre sostanze tossiche per le piante e il Concessionario sarà tenuto ad attestarne la provenienza.

Articolo 5.1.4 Modalità di messa a dimora

La modalità messa a dimora delle piante arbustive prevede le seguenti operazioni: eliminazione del vaso, posizionamento dell'arbusto all'interno della buca di impianto, riempimento delle buche d'impianto con terra di coltivo.

La messa a dimora delle specie vegetali, caratterizzate da apparato radicale profondo, verrà effettuata nel periodo autunno-inverno, mantenendo una adeguata distanza dai pali del sistema di illuminazione e dalle tubazioni dell'impianto di fognatura. Prima della piantagione, si procederà al riempimento parziale delle buche già predisposte, lasciando libero soltanto lo spazio per la zolla e le radici in modo che le piante possano essere collocate su uno strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla o delle radici delle diverse specie vegetali.

Nel riempimento della buca si avrà cura di interrare con la terra smossa del concime minerale complesso a lenta cessione (200/300 gr per pianta).

La messa a dimora degli alberi, degli arbusti e delle siepi dovrà avvenire in relazione alle quote finite, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto né risultino, una volta assestatosi il terreno, interrate oltre il livello del colletto.

Prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi, gli arbusti e le siepi, di rilevanti dimensioni, dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature. Prima di provvedere all'ancoraggio definitivo delle piante sarà necessario accertarsi che il terreno di riempimento delle buche risulti debitamente assestato per evitare che le piante risultino sospese alle armature in legno e si formino cavità al di sotto degli apparati radicali.

Il palo tutore dovrà essere infisso saldamente nel terreno a buca aperta prima dell'esemplare da sostenere che verrà ad esso ancorato. A riempimento ultimato, attorno alle piante verrà realizzata una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo in quantità abbondante, onde favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

La semina del prato, da effettuarsi sempre in giornata senza vento a spaglio, con seminatrici di precisione o idrosemina, dovrà prevedere più "distribuzioni" per gruppi di semi di volume e peso simili, mescolati fra loro. La copertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice o tramite specifiche attrezzature meccaniche. Nel caso si effettui la semina a spaglio, manuale o meccanica, si provvede in genere a miscelare una parte di seme con 4 parti di sabbia asciutta al fine di semplificare la distribuzione.

L'epoca di semina deve coincidere con il periodo immediatamente precedente alla stagione piovosa; si consiglia una semina a fine estate-autunno per la maggiore disponibilità d'acqua.

La densità di semina in genere sui 30 g di seme a m².

Terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno dovrà essere immediatamente irrigato e opportunamente delimitato per evitarne il calpestio nelle fasi iniziali di sviluppo delle specie.

Articolo 5.1.5 Fertilizzanti, Concimi, Ammendanti, Correttivi, Compost

Questi materiali dovranno essere forniti negli involucri originali dotati delle etichette previste indicanti, tra l'altro, il produttore, il paese di provenienza e la composizione chimica secondo quanto previsto dalla legislazione vigente.

In ogni caso tutti i prodotti sopra riportati dovranno riportare in etichetta il loro utilizzo per le piante ornamentali e i tappeti erbosi.

Articolo 5.1.6 Materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione dell'opera.

Le piante dovranno essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie.

Le piante dovranno essere etichettate singolarmente o per gruppi omogenei per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie sui quali sia stata riportata, in modo leggibile e indelebile, la denominazione botanica (genere, specie, varietà) del gruppo a cui si riferiscono.

Per quanto riguarda il trasporto delle piante, l'impresa dovrà prendere tutte le precauzioni necessarie affinché queste arrivino sul luogo della sistemazione nelle migliori condizioni possibili, curando che il trasferimento venga effettuato con mezzi, protezioni e modalità di carico idonei con particolare attenzione perché non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi o ad essiccarsi.

Una volta giunte a destinazione, tutte le piante dovranno essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno e il tempo necessario per la messa a dimora definitiva dovrà essere il più breve possibile; in particolare l'impresa curerà che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

Per quanto concerne le sementi l'impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

Indice

Capitolo 1 Criteri Ambientali Minimi	1
Titolo 1.1 Specifiche Tecniche Progettuali di livello territoriale ed urbanistico (2.4)	2
Articolo 1.1.1 Inserimento naturalistico e paesaggistico (2.3.1)	2
Articolo 1.1.2 Permeabilità della superficie territoriale (2.3.2)	2
Articolo 1.1.3 Riduzione dell'effetto	3
1.1.1 Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo (2.3.4)	3
Paragrafo 1.1.1 Infrastruttura primaria (2.3.5)	4
Articolo 1.1.1.1 Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche (2.3.5.1)	4
Articolo 1.1.1.2 Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico (2.3.5.2)	4
Articolo 1.1.1.3 Aree attrezzate per la raccolta differenziata dei rifiuti (2.3.5.3)	5
Articolo 1.1.1.4 Impianto di illuminazione pubblica (2.3.5.4)	5
Articolo 1.1.1.5 Sottoservizi per infrastrutture tecnologiche (2.3.5.5)	5
Articolo 1.1.4 Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile (2.3.6)	5
Articolo 1.1.5 Approvvigionamento energetico (2.3.7)	5
1.1.2 Rapporto sullo stato dell'ambiente (2.3.8)	5
Articolo 1.1.6 Risparmio idrico (2.3.9)	6
Titolo 1.2 Specifiche tecniche progettuali per gli edifici (2.4)	6
Articolo 1.2.1 Diagnosi Energetica (2.4.1)	6
Articolo 1.2.2 Prestazione energetica (2.4.2)	7
Articolo 1.2.3 Impianti di illuminazione per interni (2.4.3)	7
Articolo 1.2.4 Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento (2.4.4)	8
Articolo 1.2.5 Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria (2.4.5)	8
Articolo 1.2.6 Benessere termico (2.4.6)	8
Articolo 1.2.7 Illuminazione naturale (2.4.7)	8
Articolo 1.2.8 Dispositivo di ombreggiamento (2.4.8)	9
Articolo 1.2.9 Tenuta dell'aria (2.4.9)	9
Articolo 1.2.10 Inquinamento elettromagnetico negli ambienti interni (2.4.10)	10
Articolo 1.2.11 Prestazioni e comfort acustici (2.4.11)	10
Articolo 1.2.12 Radon (2.4.12)	10
Articolo 1.2.13 Piano di manutenzione dell'opera (2.4.13)	10
Articolo 1.2.14 Disassemblaggio a fine vita (2.4.14)	11
Titolo 1.3 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione (2.5)	11
Articolo 1.3.1 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor) (2.5.1)	12
Articolo 1.3.2 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati (2.5.2)	13

Articolo 1.3.3 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso (2.5.3)	13
Articolo 1.3.4 Acciaio (2.5.4)	14
Articolo 1.3.5 Laterizi (2.5.5)	14
Articolo 1.3.6 Prodotti legnosi (2.5.6)	15
Articolo 1.3.7 Isolanti termici ed acustici (2.5.7)	15
Articolo 1.3.8 Tramezzature, contropareti e controsoffitti (2.5.8)	16
Articolo 1.3.9 Murature in pietrame (2.5.9)	17
Paragrafo 1.3.1 Pavimenti (2.5.10)	17
Articolo 1.3.1.1 Pavimentazioni dure (2.5.10.1)	17
Articolo 1.3.1.2 Pavimenti resilienti (2.5.10.2)	18
Articolo 1.3.10 Serramenti e oscuranti in PVC (2.5.11)	18
Articolo 1.3.11 Tubazioni in PVC e Polipropilene (2.5.12)	19
Articolo 1.3.12 Pitture e vernici (2.5.13)	19
Titolo 1.4 Specifiche Tecniche progettuali relative al cantiere (2.6)	20
Articolo 1.4.1 Prestazioni ambientali del cantiere (2.6.1)	21
Articolo 1.4.2 Demolizione selettiva, recupero e riciclo (2.6.2)	22
Articolo 1.4.3 Conservazione dello strato superficiale del terreno (2.6.3)	23
Articolo 1.4.4 Rinterri e riempimenti (2.6.4)	23
Capitolo 2 Opere Edili	24
Titolo 2.1 Norme Generali - Accettazione materiali e pezzi speciali	24
Articolo 2.1.1 Certificazioni e documentazione	24
Articolo 2.1.2 Accettazione dei tubi e dei pezzi speciali	25
Articolo 2.1.3 Effetto dei risultati ottenuti nel controllo dei tubi e dei pezzi speciali	27
Articolo 2.1.4 Accettazione delle guarnizioni di gomma	28
Articolo 2.1.5 Effetto dei risultati ottenuti nel controllo delle guarnizioni	29
Titolo 2.2 Qualità dei materiali e dei componenti	29
Titolo 2.2.1 Materiali in genere	29
Articolo 2.2.1.1 Acqua	30
Articolo 2.2.1.2 Calci	30
Articolo 2.2.1.3 Cementi	30
Articolo 2.2.1.4 Pozzolane	30
Articolo 2.2.1.5 Gesso	30
Articolo 2.2.1.6 Materiali inerti per conglomerati cementizi e per malte	31
Articolo 2.2.1.7 Prefabbricati Capannoni	32
Articolo 2.2.1.8 Calcestruzzo	33
Articolo 2.2.1.9 Elementi di laterizio e calcestruzzo	34
Articolo 2.2.1.10 Acciaio per armature per calcestruzzo	35

Articolo 2.2.1.11 Acciaio per carpenteria.....	37
Articolo 2.2.1.12 Opere in muratura	39
Articolo 2.2.1.12.1 Laterizi	39
Articolo 2.2.1.12.2 Blocchi laterizio facciavista	39
Articolo 2.2.1.13 Prodotti di pietre naturali o ricostruite	39
Articolo 2.2.1.14 Pavimentazione	41
Articolo 2.2.1.14.1 Pavimenti in ceramica.....	41
Articolo 2.2.1.14.2 Pavimento flottante	41
Articolo 2.2.1.14.3 Pavimentazioni industriali.....	41
Articolo 2.2.1.15 Prodotti per impermeabilizzazioni.....	45
Articolo 2.2.1.15.1 Pacchetto impermeabilizzazione copertura capannoni	48
Articolo 2.2.1.15.2 Geomembrana in HDPE	48
Articolo 2.2.1.15.3 Geotessili.....	50
Articolo 2.2.1.15.4 Geodrenanti.....	51
Articolo 2.2.1.15.5 Guaina antiradice	52
Articolo 2.2.1.15.6 Sigillanti e adesivi.....	52
Articolo 2.2.1.15.7 Sigillanti.....	52
Articolo 2.2.1.15.8 Adesivi	52
Articolo 2.2.1.16 Prodotti di vetro (lastre, profilati ad U e vetri pressati)	53
Articolo 2.2.1.16.1 Vetri piani grezzi	53
Articolo 2.2.1.16.2 Vetri piani lucidi	53
Articolo 2.2.1.16.3 Vetri piani trasparenti float.....	53
Articolo 2.2.1.16.4 Vetri temprati.....	53
Articolo 2.2.1.16.5 Vetri stratificati	54
Articolo 2.2.1.17 Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili)	54
Articolo 2.2.1.18 Infissi.....	56
Articolo 2.2.1.18.1 Porte e portoni omologati EI	58
Articolo 2.2.1.18.2 Porte scorrevoli	58
Articolo 2.2.1.18.3 Porte scorrevoli interne.....	58
Articolo 2.2.1.18.4 Caratteristiche del controtelaio	58
Articolo 2.2.1.19 Rivestimenti e opere in pietra	58
Articolo 2.2.1.19.1 Piastrelle e pietra	59
Articolo 2.2.1.19.2 Metallo e plastica	59
Articolo 2.2.1.19.3 Prodotti fluidi o in pasta.....	59
Articolo 2.2.1.20 Isolamento termico	60
Articolo 2.2.1.21 Pareti esterne e partizioni interne	62
Articolo 2.2.1.21.1 Pareti tamponamento Capannoni.....	62
Articolo 2.2.1.21.2 Pareti tamponamento fabbricato uffici	63

2.2.1.21.1 Partizioni interne	63
Articolo 2.2.1.22 Prodotti per assorbimento acustico	64
Articolo 2.2.1.23 Prodotti per isolamento acustico	65
Articolo 2.2.1.24 Prodotti con particolari requisiti di reazione al fuoco	66
2.2.1.1 Classi di reazione al fuoco	66
2.2.1.1.1 Classi di reazione al fuoco per i pavimenti	67
2.2.1.1.2 Impiego a pavimento	67
2.2.1.1.3 Impiego a parete	67
2.2.1.1.4 Impiego a soffitto	68
Articolo 2.2.1.25 Prodotti per la pulizia dei materiali	68
Articolo 2.2.1.26 Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili)	69
Articolo 2.2.1.27 Prodotti impregnanti per la protezione, l'impermeabilizzazione e consolidamento	71
Articolo 2.2.1.28 Bitumi, asfalti e catrami	78
2.2.1.2 Box prefabbricati	79
Titolo 2.3 Modalità di esecuzione dei lavori	79
Articolo 2.3.1 Demolizioni e rimozioni	81
Articolo 2.3.2 Demolizioni e rimozioni	82
Paragrafo 2.3.1 Scavi, rilevati, demolizioni, palificazioni	82
Articolo 2.3.1.1 Scavi in genere	82
Articolo 2.3.1.2 Scavi di sbancamento	83
Articolo 2.3.1.3 Scavi di fondazione od in trincea	83
Articolo 2.3.1.4 Presenza di gas negli scavi	84
Articolo 2.3.1.5 Rilevati e rinterri	84
Paragrafo 2.3.2 Terra stabilizzata con leganti	85
Articolo 2.3.2.1 Terra stabilizzata a calce	85
Articolo 2.3.2.2 Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)	87
Articolo 2.3.2.3 Resistenza al gelo	87
Articolo 2.3.2.4 Modalità di lavorazione	88
2.3.2.1 Parametri operativi	89
Articolo 2.3.3 Fondazioni continue	89
Paragrafo 2.3.3 Fondazioni Pali	90
Articolo 2.3.3.1 Normativa di riferimento	91
Articolo 2.3.3.2 Preparazione del piano di lavoro	91
Articolo 2.3.3.3 Soggezioni geotecniche e ambientali	91
Articolo 2.3.3.4 Prove tecnologiche preliminari	92
Articolo 2.3.3.5 Materiali	92
Articolo 2.3.3.6 Tipologie esecutive	95
Articolo 2.3.3.7 Micropali	97

Articolo 2.3.3.7.1 Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione	99
2.3.3.7.1 Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione	100
Articolo 2.3.3.8 Prove di carico.....	101
Articolo 2.3.3.8.1 Prove su pali di grande formato	101
Articolo 2.3.3.8.2 Prove di carico su micropali	105
Articolo 2.3.3.9 Specifiche di controllo	107
Articolo 2.3.3.9.1 Pali trivellati.....	107
Articolo 2.3.3.9.2 Micropali.....	110
Articolo 2.3.4 Paratie e diaframmi	111
Articolo 2.3.4.1 Paratie costruite in opera	111
Articolo 2.3.4.1.1 Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati	111
Articolo 2.3.4.1.2 Diaframmi in calcestruzzo armato	111
Articolo 2.3.4.2 Prove e verifiche sul diaframma.....	112
Articolo 2.3.5 Opere murarie	112
Articolo 2.3.5.1 Murature di getto o calcestruzzo	113
Articolo 2.3.6 Drenaggio e raccolta reflui.....	113
Articolo 2.3.6.1 Rete raccolta reflui dalla fossa conferimenti.....	115
Articolo 2.3.6.2 Rete raccolta reflui capannone di pre e post trattamenti	115
Articolo 2.3.6.3 Rete raccolta e rilancio reflui biocelle	116
Articolo 2.3.6.4 Rete raccolta reflui sezione di trattamento aria	116
Articolo 2.3.6.5 Rete raccolta reflui lavaggio ruote automezzi in uscita	116
Articolo 2.3.6.6 Opere per lo stoccaggio dei reflui	117
Articolo 2.3.7 Vespai intercapedini e drenaggi	117
Articolo 2.3.8 Opere e Strutture di Calcestruzzo	117
Articolo 2.3.8.1 Generalità	118
Articolo 2.3.8.2 Norme per il cemento armato normale.....	119
2.3.8.1 Armatura delle travi	119
2.3.8.2 Armatura dei pilastri	120
2.3.8.3 Copriferro e interferro	120
2.3.8.4 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni.....	120
2.3.8.5 Paratie o Casseri.....	120
2.3.8.6 Malte e Conglomerati	121
2.3.8.7 Calcestruzzo di aggregati leggeri	122
2.3.8.8 Strutture Prefabbricate di Calcestruzzo Armato e Precompresso.....	122
2.3.8.9 Responsabilità e Competenze	123
Articolo 2.3.8.3 Posa in Opera.....	123
Articolo 2.3.8.4 Appoggi	123
2.3.8.10 Tolleranze	123

2.3.8.11 Montaggio	123
2.3.8.12 Controllo, accettazione e documenti di accompagnamento	124
Articolo 2.3.9 Strutture in Acciaio	125
Articolo 2.3.9.1 Spessori limite	125
Articolo 2.3.9.2 Acciaio incrudito	125
Articolo 2.3.9.3 Giunti di tipo misto	125
Articolo 2.3.9.4 Problematiche specifiche	126
Articolo 2.3.9.5 Apparecchi di appoggio	126
Articolo 2.3.9.6 Verniciatura e zincatura	126
Articolo 2.3.9.7 Controlli in Corso di Lavorazione	126
Articolo 2.3.9.8 Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati	126
Articolo 2.3.9.9 Montaggio	127
Articolo 2.3.9.10 Prove di Carico e Collaudo Statico	127
Articolo 2.3.10 Solai	127
Articolo 2.3.10.1 Solai di Cemento Armato - Misti - Prefabbricati: Generalità e Classificazione ...	128
Articolo 2.3.10.2 Solai misti di C.A. e C.A.P. e Blocchi forati in laterizio o in calcestruzzo	128
Articolo 2.3.11 Controsoffitti	129
Articolo 2.3.11.1 Controsoffitto in cartongesso	129
Articolo 2.3.11.2 Controsoffitto fonoassorbente	129
Articolo 2.3.12 Tetti, opere da lattoniere	130
Articolo 2.3.12.1 Esecuzione di Coperture Continue (Piane)	131
Articolo 2.3.12.2 Esecuzione di Coperture Discontinue (a Falda)	134
Articolo 2.3.12.3 Copertura in tegole curve o coppi	135
Articolo 2.3.12.4 Copertura in tegole alla romana	136
Articolo 2.3.12.5 Coperture in lastre sagomate	136
Articolo 2.3.13 Impermeabilizzazioni	137
Articolo 2.3.13.1 Impermeabilizzazione membrane bitumero polimero elastoplastomeriche	138
Articolo 2.3.13.2 Manto impermeabile realizzato con teli sintetici in fpo	139
Articolo 2.3.14 Opere di protezione termica ed acustica	139
Articolo 2.3.14.1 Intercapedine/cappotto polistirene espanso	139
Articolo 2.3.14.2 Isolamento termico solai e coperture	140
Articolo 2.3.14.3 Isolamento acustico solai lattice sintetico di gomma	140
Articolo 2.3.15 Rivestimenti	140
2.3.15.1 Rivestimenti in ceramica smaltata	142
Articolo 2.3.16 Intonaci	142
Articolo 2.3.17 Tinteggiature	144
Articolo 2.3.18 Opere di vetratura e serramentistica	144
Articolo 2.3.19 Pareti esterne e partizioni Interne	146

Articolo 2.3.20 Pareti divisorie docce.....	147
Articolo 2.3.21 Sottofondi e massetti.....	148
Articolo 2.3.22 Pavimentazioni	148
Articolo 2.3.22.1 Sottofondi	151
Articolo 2.3.22.2 Pavimentazioni	152
Capitolo 3 Impianti.....	152
Articolo 3.1 Garanzie	153
Titolo 3.1 Acquedotti e fognature	153
Articolo 3.1.1 Tubazioni.....	155
Articolo 3.1.2 Tubazioni di Acciaio.....	156
Articolo 3.1.3 Tubazioni in PVC Rigido non Plastificato.....	159
Articolo 3.1.4 Tubazioni in HDPE.....	163
Titolo 3.2 Impianto idrico.....	167
Articolo 3.2.1 Prescrizioni tecniche generali	167
Articolo 3.2.2 Esecuzione dell'impianto di adduzione dell'acqua.....	169
Articolo 3.2.3 Componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua	171
Paragrafo 3.2.1 Alimentazione e distribuzione acqua Fredda.....	172
Articolo 3.2.1.1 Alimentazione.....	172
Articolo 3.2.1.2 Distribuzione	172
Paragrafo 3.2.2 Produzione e distribuzione acqua calda	172
Articolo 3.2.2.1 Produzione	172
Articolo 3.2.2.2 Distribuzione	173
Paragrafo 3.2.3 Componenti delle reti di distribuzione	173
Articolo 3.2.3.1 Gruppo di pressurizzazione.....	173
Articolo 3.2.3.2 Tubazioni	174
Articolo 3.2.3.3 Valvole ed Accessori	174
Articolo 3.2.3.4 Pozzetti.....	175
Articolo 3.2.3.5 Contatori d'acqua	175
Articolo 3.2.3.6 Trattamenti dell'acqua	175
Articolo 3.2.3.7 Sistemi di sopraelevazione della pressione	175
Articolo 3.2.3.8 Apparecchi sanitari e rubinetteria	176
Articolo 3.2.3.9 Valvolame, Valvole di non Ritorno, Pompe.....	177
Articolo 3.2.3.10 Accumuli dell'acqua e sistemi di elevazione della pressione d'acqua	178
Articolo 3.2.3.11 Verifiche e prove preliminari degli impianti	178
3.2.1 Gruppo di pressurizzazione	178
Paragrafo 3.2.4 Reti di scarico acque usate e meteoriche	178
Articolo 3.2.4.1 Generalità	178
Articolo 3.2.4.2 Trattamento reflui civili degli uffici	179

Articolo 3.2.4.3 Impianto di scarico acque di rifiuto non piovane	179
Articolo 3.2.4.4 Impianto di scarico acque meteoriche	182
Articolo 3.2.4.5 Materiali ammessi per la rete delle acque di rifiuto e piovane	184
Articolo 3.2.4 Impianto acque di prima pioggia	185
3.2.2 Opere di invarianza idraulica	185
Articolo 3.2.5 Prove di tenuta delle reti di distribuzione	186
Articolo 3.2.6 Garanzia degli impianti	187
Titolo 3.3 Impianti elettrici	187
Articolo 3.3.1 Generalità	187
Articolo 3.3.2 Disegni e documentazione finale	188
Articolo 3.3.3 Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti	189
Articolo 3.3.4 Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti	191
Articolo 3.3.5 Collaudo impianti	192
Articolo 3.3.6 Garanzia degli impianti, manutenzione e conduzione	193
Articolo 3.3.7 Regola d'arte	193
Paragrafo 3.3.1 Quadri elettrici in media tensione	193
Articolo 3.3.1.1 Caratteristiche elettriche e meccaniche dei quadri di MT e di tutti i componenti	193
Articolo 3.3.1.2 Quadro MT in Cabina C1	195
Articolo 3.3.1.3 Quadro MT in Cabina C2	197
Articolo 3.3.1.4 Completamenti	198
Articolo 3.3.1.5 Individuazione dei conduttori	198
Articolo 3.3.1.6 Individuazione dei componenti elettrici	198
Articolo 3.3.1.7 Interblocchi	198
Articolo 3.3.1.8 Unità con interruttore automatico:	199
Articolo 3.3.1.9 Unità con sezionatore rotativo	199
Articolo 3.3.1.10 Prove di accettazione	199
Paragrafo 3.3.2 Trasformatori MT/BT	200
Articolo 3.3.2.1 Leggi e Norme di riferimento	200
Articolo 3.3.2.2 Compatibilità Elettromagnetica	200
Articolo 3.3.2.3 Condizioni ambientali	200
Articolo 3.3.2.4 Condizioni Ambientali, Climatiche e di Comportamento al fuoco	200
Articolo 3.3.2.5 Prescrizioni costruttive	201
Articolo 3.3.2.6 Isolamento e raffreddamento	201
Articolo 3.3.2.7 Nucleo e Avvolgimenti	201
Articolo 3.3.2.8 Terminali	202
Articolo 3.3.2.9 Accessori	202
Articolo 3.3.2.10 Prove di collaudo	202
Articolo 3.3.2.11 Controlli di fabbricazione su Avvolgimenti Inglobati	203

Articolo 3.3.2.12 Prove	203
Articolo 3.3.2.13 Caratteristiche per i trasformatori in cabina	203
Articolo 3.3.2.14 Linee d'alimentazione in cavo in media tensione	203
Articolo 3.3.2.15 Messa in opera dei trasformatori.....	203
Paragrafo 3.3.3 Quadri elettrici in bassa tensione	204
Articolo 3.3.3.1 Caratteristiche elettriche e meccaniche dei quadri di bassa tensione	204
Articolo 3.3.3.2 Prove.....	207
Articolo 3.3.3.3 Messa a terra	208
Paragrafo 3.3.4 Cavi elettrici	208
Articolo 3.3.4.1 Prescrizioni comuni	208
Articolo 3.3.4.2 Cavi di media tensione.....	208
Articolo 3.3.4.3 Cavi di bassa tensione	208
Paragrafo 3.3.5 Canalizzazioni	210
Articolo 3.3.5.1 Cavidotti	210
Articolo 3.3.5.2 Canali metallici portacavi.....	210
Articolo 3.3.5.3 Posa dei cavi nei canali metallici	211
Articolo 3.3.5.4 Tubazioni a vista	211
Articolo 3.3.5.5 Marcature dei cavidotti e delle scatole.....	213
Articolo 3.3.5.6 Giunzioni e derivazioni dei cavi	213
Articolo 3.3.5.7 Cassette e scatole di derivazione	213
Paragrafo 3.3.6 Protezione delle persone e delle condutture.....	214
Articolo 3.3.6.1 Protezione contro i contatti diretti e indiretti	214
Articolo 3.3.6.2 Protezione delle condutture elettriche	214
Articolo 3.3.6.3 Impianto di terra	215
Articolo 3.3.6.4 Quadri prese industriali	215
Articolo 3.3.8 Gruppo elettrogeno	216
3.3.1 Stazione ricarica elettrica (Tipo wallbox)	218
Titolo 3.4 Impianto di climatizzazione	218
Articolo 3.4.1 Impianto condizionamento.....	219
Articolo 3.4.2 Unità esterna pompa di calore	220
Articolo 3.4.3 Unità interne a cassetta a 4 vie.....	223
Articolo 3.4.4 Unità interne a parete	225
Articolo 3.4.5 Controllore centralizzato	227
Articolo 3.4.6 Tubazione in rame	229
Articolo 3.4.7 Collettori.....	230
Articolo 3.4.8 Tubazioni di scarico della condensa	230
Articolo 3.4.9 Recuperatori di calore per il trattamento dell'aria esterna	230
Articolo 3.4.10 Canali in lamiera zincata a sezione rettangolare	232

Articolo 3.4.11 Coibentazione termica per canali a sezione rettangolare	233
Articolo 3.4.12 Comando locale a filo	233
Articolo 3.4.13 Unità a pompa di calore per la sala "CED"	235
Titolo 3.5 Impianto fotovoltaico.....	236
Articolo 3.5.1 Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti	236
Articolo 3.5.2 Moduli fotovoltaici	236
3.5.1 Gruppo di conversione.....	237
Articolo 3.5.3 Strutture di sostegno.....	238
Articolo 3.5.4 Prescrizioni riguardanti i circuiti – Cavi e conduttori	238
Articolo 3.5.5 Verifiche dell'impianto di terra.....	241
Articolo 3.5.6 Garanzia degli impianti	241
Titolo 3.6 Impianto di illuminazione	241
Articolo 3.6.1 Apparecchi di illuminazione	241
Articolo 3.6.2 Illuminazione interna.....	242
3.6.1 Illuminazione esterno capannoni	242
3.6.2 Illuminazione area esterna.....	243
Titolo 3.7 Cablaggio strutturato Reti LAN	243
Articolo 3.7.1 Definizioni	243
Articolo 3.7.2 Requisiti e norme di riferimento	244
Articolo 3.7.3 Componenti passivi	244
Articolo 3.7.4 Canalizzazioni	245
Articolo 3.7.5 Componenti attivi.....	245
Articolo 3.7.6 Prescrizioni di posa.....	246
Articolo 3.7.7 Tipologie di rete.....	246
Titolo 3.8 Impianto Antincendio.....	247
Titolo 3.8.1 Qualità dei materiali	247
Articolo 3.8.1.1 Tubazioni	247
Paragrafo 3.8.1.1 Apparecchiature impianto antincendio rete idranti	248
Articolo 3.8.1.1.1 Idrante a muro UNI 45	248
Articolo 3.8.1.1.2 Idrante Sottosuolo UNI 70	248
Articolo 3.8.1.1.3 Idrante Soprasuolo UNI 70	249
Articolo 3.8.1.1.4 Cassetta corredo UNI 10779 in lamiera verniciata	249
Articolo 3.8.1.1.5 Tubazioni per idranti e naspi.....	249
Articolo 3.8.1.1.6 Gruppo attacco autopompa VV.F. UNI 70	249
Articolo 3.8.1.1.7 Valvole di intercettazione flangiate	250
Articolo 3.8.1.1.8 Valvole di non ritorno	250
Articolo 3.8.1.1.9 Valvole di sicurezza: sistemi di bloccaggio delle valvole	250
Articolo 3.8.1.1.10 Gruppo di pressurizzazione antincendio rete idranti	250

Paragrafo 3.8.1.2 Apparecchiature impianto antincendio sprinkler a diluvio.....	254
Articolo 3.8.1.2.1 Gruppo di pressurizzazione antincendio rete sprinkler a diluvio	255
Articolo 3.8.1.2.2 Sistema di allarme sprinkler a diluvio.....	259
Paragrafo 3.8.1.3 IRAI	259
Articolo 3.8.1.3.1 Alimentatore supplementare	259
Articolo 3.8.1.3.2 Base universale per posizionamento rivelatori di fumo e sirene	260
Articolo 3.8.1.3.3 Rivelatore ottico di fumo.....	260
Articolo 3.8.1.3.4 Rivelatore lineare di fumo	260
Articolo 3.8.1.3.5 Rivelatore di fiamma	261
Articolo 3.8.1.3.6 Ripetitore ottico	261
Articolo 3.8.1.3.7 Pulsante di allarme manuale	262
Articolo 3.8.1.3.8 Segnalatore ottico/acustico per interni.....	262
Articolo 3.8.1.3.9 Segnalatore ottico/acustico per esterni	262
Articolo 3.8.1.3.10 Cavo loop	263
Titolo 3.8.2 Modalità di esecuzione	263
Articolo 3.8.2.1 Generalità sulle tubazioni in acciaio.....	263
Articolo 3.8.2.2 Generalità sulle prove e verifiche in corso d'opera e in sede di collaudo degli impianti	264
3.8.2.1 Impianto antincendio rete idranti.....	265
Titolo 3.9 TVCC - Videosorveglianza	265
Articolo 3.9.1 Videosorveglianza	265
Articolo 3.9.2 Automazione e controllo	268
Capitolo 4 Opere Elettromeccaniche	280
Titolo 4.1 Pretrattamento.....	281
Articolo 4.1.1 Carroponte	281
Articolo 4.1.2 Aprisacchi	282
Articolo 4.1.3 Magnete a sospensione	283
Articolo 4.1.4 Separatore sovvalli	283
Articolo 4.1.5 Separatore a martelli verticale	284
Articolo 4.1.6 Dissabbiatore longitudinale	284
Articolo 4.1 Serbatoi di idrolisi	286
Titolo 4.2 Sistema di digestione anaerobica.....	287
Articolo 4.2.1 Digestori.....	287
Articolo 4.2.2 Miscelatori	287
Articolo 4.2.3 Sistema di Upgrading	287
Articolo 4.2.4 Cabina REMI.....	288
Articolo 4.2.5 Generatore caldaia a condensazione a gas.....	288
Titolo 4.3 Sistema di trattamento del digestato	289

Articolo 4.3.1 Pressa a vite	289
Articolo 4.3.2 Disidratatore a coclea	290
Articolo 4.3.2.1 Polipreparatore.....	290
Articolo 4.3.3 Sistema di riscaldamento	291
Articolo 4.3.4 Sistema di trattamento aria	291
Titolo 4.4 Sezione Trattamento biologico e accessori	292
Articolo 4.4.1 Sistema di produzione e rete di distribuzione di aria compressa	292
Articolo 4.4.2 Sistema di miscelazione vasca di omogenizzazione	293
Articolo 4.4.3 Alimento comparto biologico	294
Articolo 4.4.4 Griglia a tamburo	294
Articolo 4.4.5 Trasmettitori di portata linee di alimento comparto biologico	295
Articolo 4.4.6 Mixer denitrificazione.....	295
Articolo 4.4.7 Reti di diffusione aria nella vasca di ossidazione biologica	296
Articolo 4.4.8 Sistema per insufflazione nelle vasche di ossidazione biologica.....	296
Articolo 4.4.9 Mixer per vasche di post denitrificazione.....	296
Articolo 4.4.10 Pompe di ricircolo nitro–denitro e abbattimento schiume	297
Articolo 4.4.11 Unità di controllo temperatura del processo biologico	297
Articolo 4.4.12 Unità di dosaggio antischiuma.....	299
Articolo 4.4.13 Unità di dosaggio nutriente	299
Articolo 4.4.14 Unità di dosaggio alcalinizzante	300
Articolo 4.4.15 Quadro elettrico per il comando e controllo comparto biologico	301
Articolo 4.4.16 Tubazioni	302
Articolo 4.4.17 Unità di sollevamento acque drenaggio.....	302
Titolo 4.5 Linea di ultrafiltrazione	303
Articolo 4.5.1 Moduli UF	303
Articolo 4.5.2 Pompa di prelievo filtrato.....	305
Articolo 4.5.3 Controlavaggio.....	305
Articolo 4.5.4 Serbatoio di contenimento soluzioni di lavaggio chimico e flussaggio (CIP)	306
Articolo 4.5.5 Pompa di flussaggio/lavaggio	306
Articolo 4.5.6 Unità di dosaggio per lavaggio membrane	307
Articolo 4.5.7 Sistema di riscaldamento e controllo temperatura	308
Articolo 4.5.8 Quadro elettrico per il comando e controllo UF.....	309
Titolo 4.6 Linea di Osmosi inversa	310
Articolo 4.6.1 Valvole linee	310
Articolo 4.6.2 Pompa di alimento	311
Articolo 4.6.3 Unità di controllo pH	311
Articolo 4.6.4 Serbatoi di contenimento acido per correzione pH	312
Articolo 4.6.5 Gruppo dosaggio antiscalante	312

Articolo 4.6.6 Gruppo di pressurizzazione	313
Articolo 4.6.7 Membrane e trasmettitori (portata, pressione e conducibilità)	314
Articolo 4.6.8 Serbatoio soluzioni di lavaggio chimico	315
Articolo 4.6.9 Pompe di dosaggio.....	316
Articolo 4.6.10 Unità pH in ingresso al secondo passaggio.....	316
Articolo 4.6.11 Gruppo di alimento secondo passaggio	317
Articolo 4.6.12 Gruppo di pressurizzazione secondo passaggio.....	318
Articolo 4.6.13 Membrane e trasmettitori secondo passaggio.....	318
Articolo 4.6.14 Serbatoio di alimento secondo passaggio	319
Articolo 4.6.15 Unità di controllo pH permeato secondo passaggio	319
Articolo 4.6.16 Quadro elettrico per il comando e controllo.....	320
Articolo 4.6.17 Evaporatore	321
Articolo 4.6.18 Caldaia a servizio della sezione depurativa e locale tecnico	322
Titolo 4.7 Serbatoi stoccaggio intermedi	323
Articolo 4.7.1 Serbatoio di stoccaggio permeato UF / Alimento RO	323
Articolo 4.7.2 Serbatoio di stoccaggio permeato RO	323
Articolo 4.7.3 Serbatoio di stoccaggio concentrato RO.....	324
Capitolo 5 Opere sistemazione a verde.....	324
Titolo 5.1 Qualità dei materiali	324
Articolo 5.1.1 Generalità.....	324
Articolo 5.1.2 Forniture dei materiali e valutazione dei lavori	324
Articolo 5.1.3 Terreno	325
Articolo 5.1.4 Modalità di messa a dimora	325
Articolo 5.1.5 Fertilizzanti, Concimi, Ammendanti, Correttivi, Compost.....	325
Articolo 5.1.6 Materiale vegetale.....	326