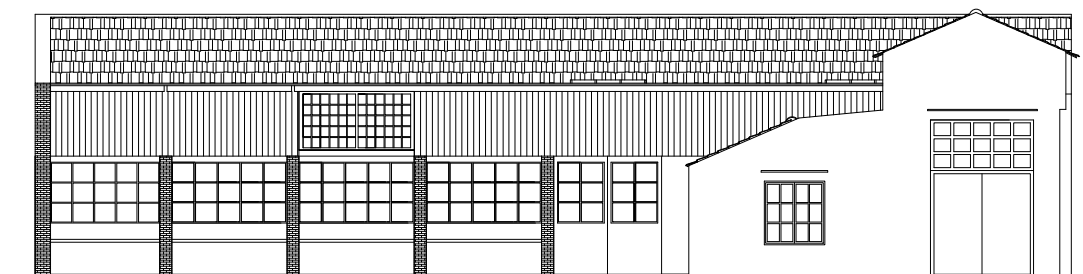




COMUNE DI PALERMO

Ufficio Città Storica

OGGETTO: Servizio di architettura e ingegneria per la progettazione impiantistica e l'attività di Direttore operativo del "Restauro dei Padiglioni 1 - 2 ai Cantieri Culturali alla Zisa, da destinare a sede decentrata della Biblioteca Comunale"
(CUP: D74B12000080001 - CPV 71323200-0)



PROGETTO ESECUTIVO

Progettisti:

Arch. Angela Gebbia
Arch. Gabriele Giorgianni
Ing. Edoardo Intravaia
Ing. Michele Milano

Progettista impianti:

Studio Faraone S.r.l.s.
Ing. Pietro Faraone
Legale rappresentante, Socio e Direttore Tecnico
Ordine Ingg. di Palermo Iscritto al n. 3699
Ing. Francesco Russo
Socio e Direttore Tecnico
Ordine Ingg. di Palermo Iscritto al n. 6374

Coordinatore della sicurezza:

Arch. Gianfranco Geraci

Responsabile Unico del Procedimento:

Arch. Michele di Rosa

Elaborato:

Elaborati economici

Capitolato speciale di appalto

Pareri, approvazioni

Elaborato del PROGETTO ESECUTIVO verificato come da
Rapporto Finale prot. n. AREG/1656039 del 19/12/2023

VISTO,

ai sensi e per gli effetti dell'art. 42 co.4 del codice d.lgs. 36/2023

SI VALIDA

come da contestuale Atto del RUP
prot. AREG 1656199 del 20.12.2023

Il R.U.P.

Ing. Tonino Martelli

Staff del RUP:

Arch. Angela Gebbia

Data: Novembre 2022

Rev. n. 1

Codice Elaborato:

E.04

DATI GENERALI DELL'APPALTO

Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutti i lavori, le forniture e le prestazioni necessarie per:
il "Restauro dei Padiglioni 1 - 2 ai Cantieri Culturali alla Zisa, da destinare a sede decentrata della Biblioteca Comunale" (PA).

Importo dei lavori in appalto

Importo dell'appalto

L'importo complessivo a base d'asta dei lavori a misura, compresi nel presente appalto, ammonta presuntivamente a euro **1.203.540,38 €**.

Importo dei lavori in appalto

N.	Descrizione	Importo [euro]
a	Lavori a misura	
b	Somme a disposizione della stazione appaltante	
-	Sommano	
-	Oneri della sicurezza	

Con riferimento all'importo dei lavori a misura, la distribuzione relativa alle varie categorie d'ordine di lavori compensati a misura è riassunta nella seguente tabella.

Importo per le categorie di lavori a misura

N.	Categoria	Descrizione	Importo [euro]	Aliquota [%]
1	OS3	Impianti idrico-sanitario, cucine, lavanderie		
2	OS5	Impianti pneumatici e antintrusione		
3	OS28	Impianti termici e di condizionamento		
4	OS30	Impianti interni elettrici, telefonici, radiotelefonici e televisivi		
-		TOTALE IMPORTI		

Variazione dell'importo dei lavori a misura

L'importo del contratto può variare, in aumento o in diminuzione, esclusivamente per la parte di lavori previsti a misura negli atti progettuali e nella lista delle categorie di lavoro ritenute omogenee previste per l'esecuzione dell'appalto, in base alle quantità effettivamente eseguite, fermi restando i limiti di cui all'art. 106 del codice dei contratti pubblici.

Descrizione sommaria dei lavori affidati

Descrizione dei lavori

Le opere oggetto del presente appalto riguardano i lavori di "Restauro dei Padiglioni 1 - 2 ai Cantieri Culturali alla Zisa, da destinare a sede decentrata della Biblioteca Comunale" (PA).

L'ambito di progetto comprende due corpi di fabbrica, padiglione 1 e 2 che vengono rifunzionalizzati secondo le nuove destinazioni d'uso. In particolare, per il Padiglione 1, composto da due edifici a quote differenti in copertura, si prevede di realizzare una sala lettura / biblioteca e due zone dedicate agli archivi cartacei che ospiteranno i volumi librari della biblioteca comunale di Palermo, entrambi serviti da servizi igienici; in tale padiglione saranno ricavati i locali tecnici e antincendio a servizio di entrambi i corpi di fabbrica.

Per il Padiglione 2 si prevede, invece, di realizzare uno spazio multifunzionale che raccoglie attività quali: reception, spazio bambini, postazioni pc per consultazione, sala lettura, sala conferenza con annessi servizi igienici per l'utenza e spazio di ripostiglio e deposito borse.

La scelta progettuale mira ad una riconfigurazione degli impianti di entrambi i padiglioni e in particolare tali interventi vedono:

- la riconfigurazione dell'impianto idrico e di scarico, riportando l'indicazione delle tubazioni di progetto, riguardante i servizi igienici e quello di smaltimento delle acque meteoriche;
- la realizzazione di un nuovo impianto idrico antincendio con locale tecnico dedicato;
- la realizzazione un nuovo impianto di condizionamento con tecnologia VRF, a servizio del Padiglione 2, e di trattamento aria a servizio del Padiglione 1;
- la realizzazione di impianto di illuminazione a LED degli spazi interni ed esterni;
- la realizzazione di un impianto fotovoltaico, previsto sulla copertura a falda del Padiglione 2.

La forma e le principali dimensioni delle opere oggetto dell'appalto risultano dai disegni di progetto esecutivo, salvo quanto potrà essere meglio precisato dalla direzione dei lavori.

Capitolo 1

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE

Art. 1. Accettazione materiali

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

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

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

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

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

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

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

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

4.1 Materiali riciclati

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

4.2 Riutilizzo della terra di scavo

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

4.3 Terre e rocce da scavo

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

- siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti e autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006;
- le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate, e avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare, deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;
- la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata.

L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle seguenti condizioni:

- siano originati da un processo non direttamente destinato alla loro produzione;
- il loro impiego sia certo (sin dalla fase della produzione), integrale, e avvenga direttamente nel corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito;
- soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
- non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto precedente, ma posseggano tali requisiti sin dalla fase della produzione;
- abbiano un valore economico di mercato.

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

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

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

Art. 5. Norme di riferimento e marcatura CE

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

Art. 6. Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

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

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

Art. 8. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche

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

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Art. 9. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati

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

Capitolo 2 MATERIALI E PRODOTTI PER OPERE IMPIANTISTICHE

Art. 10. Prescrizioni dimensionali e prestazione per i portatori di handicap

10.1 Porte e chiusure resistenti al fuoco

Generalità

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco comprendono:

- porte su perni e su cardini;
- porte scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, incluse le porte articolate scorrevoli e le porte sezionali;
- porte a libro in acciaio, monolamiera (non coibentate);
- porte scorrevoli a libro;
- porte basculanti;
- serrande avvolgibili.

Per assicurare la tenuta al fumo le porte tagliafuoco devono essere corredate da guarnizioni etumescenti.

Valutazione delle caratteristiche

La valutazione delle caratteristiche, delle prestazioni, nonché le modalità di redazione del rapporto di prova in forma completa di porte ed elementi di chiusura resistenti al fuoco, si effettua secondo quanto specificato nella norma **UNI EN 1634-1** e, per quanto da essa richiamato, nelle norme **UNI EN 1363-1** e **UNI EN 1363-2**.

La valutazione delle prestazioni, da effettuare tramite la prova a fuoco secondo la curva di riscaldamento prevista dalla **UNI EN 1363-1**, va condotta previo il condizionamento meccanico previsto al punto 10.1.1, comma a) della norma **UNI EN 1634-1**. Il condizionamento meccanico deve essere eseguito secondo quanto descritto nell'allegato A al **D.M. 20 aprile 2001**.

Salvo diversa indicazione dei decreti di prevenzione incendi, la classe di resistenza al fuoco richiesta per porte e altri elementi di chiusura con la terminologia RE e REI è da intendersi, con la nuova classificazione, equivalente a E e a EI2 rispettivamente. Laddove sia prescritto l'impiego di porte e altri elementi di chiusura classificati E ed EI2, potranno essere utilizzate porte omologate con la classificazione RE e REI, nel rispetto di tutte le condizioni previste dal **D.M. 20 aprile 2001**.

Classificazione delle porte resistenti al fuoco

Il sistema di classificazione adottato per le porte resistenti al fuoco è qui di seguito illustrato.

E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI ₁	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI ₂	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EW	-	20	30	-	60	-	-	-	-

Il requisito di tenuta *E* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a non lasciar passare né produrre, se sottoposto all'azione dell'incendio su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto.

La perdita del requisito *E* si ha al verificarsi di uno dei seguenti fenomeni:

- aperture di fessure passanti superiori a fissate dimensioni (punto 10.4.5.3 della norma **UNI EN 1363-1**);
- accensione di un batuffolo di cotone posto ad una distanza di 30 mm per un massimo di 30 s (punto 10.4.5.2 della norma **UNI EN 1363-1**) su tutta la superficie;

- presenza di fiamma persistente sulla faccia non esposta.

Il requisito di isolamento *I* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a ridurre entro un dato limite la trasmissione del calore dal lato esposto all'incendio al lato non esposto.

La perdita del requisito di tenuta significa anche perdita del requisito di isolamento, sia che il limite specifico di temperatura sia stato superato o meno.

Sono previsti due criteri di isolamento:

- isolamento I1;
- isolamento I2.

ISOLAMENTO I1

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 25 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.4 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 180°C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm, o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

ISOLAMENTO I2

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 100 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.3 lettera c) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 360°C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

Il requisito di irraggiamento *W* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a resistere all'incendio agente su una sola faccia, riducendo la trasmissione di calore radiante sia ai materiali costituenti la superficie non esposta sia ad altri materiali o a persone ad essa adiacenti.

Una porta o altro elemento di chiusura che soddisfa i criteri di isolamento I1 o I2 si ritiene che soddisfi anche il requisito di irraggiamento *W* per lo stesso tempo. La perdita del requisito di tenuta *E* significa automaticamente perdita del requisito di irraggiamento *W*.

Omologazione

Le porte e altri elementi di chiusura da impiegarsi nelle attività soggette alle norme di prevenzione incendi devono essere omologati.

Per *omologazione* si intende l'atto conclusivo attestante il corretto espletamento della procedura tecnico-amministrativa illustrata nel presente decreto, finalizzata al riconoscimento dei requisiti certificati delle porte resistenti al fuoco. Con tale riconoscimento è autorizzata la riproduzione del prototipo e la connessa immissione in commercio di porte resistenti al fuoco omologate, con le variazioni consentite dalla norma **UNI EN 1634-1** nel campo di applicazione diretta del risultato di prova, integrate dalle variazioni riportate nell'allegato C al **D.M. 20 aprile 2001**.

Per *prototipo* si intende il campione, parte del campione medesimo e/o la documentazione idonea alla completa identificazione e caratterizzazione della porta omologata, conservati dal laboratorio che rilascia il certificato di prova.

Per *porta omologata* si intende la porta o altro elemento di chiusura per il quale il produttore ha espletato la procedura di omologazione.

Per *produttore* della porta resistente al fuoco, si intende il fabbricante residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE, nonché ogni persona che, apponendo il proprio nome, marchio o segno distintivo sulla porta resistente al fuoco, si presenti come rappresentante autorizzato dallo stesso, purché residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE. Per *certificato di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio o da un organismo di certificazione, con il quale, sulla base dei risultati contenuti nel rapporto di prova, si certifica la classe di resistenza al fuoco del campione sottoposto a prova.

Per *rapporto di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio a seguito della prova, riportante quanto indicato al punto 12 della norma **UNI EN 1634-1** e al punto 12.1 della norma **UNI EN 1363-1**.

L'omologazione decade automaticamente se la porta resistente al fuoco subisce una qualsiasi modifica non prevista nell'atto di omologazione.

Documentazione tecnica che il produttore deve allegare ad ogni fornitura

Il produttore, per ogni fornitura di porte resistenti al fuoco, deve allegare la seguente documentazione tecnica:

- copia dell'atto di omologazione della porta;
- dichiarazione di conformità alla porta omologata;
- libretto di installazione, uso e manutenzione.

Dichiarazione di conformità

Per *dichiarazione di conformità* si intende la dichiarazione, rilasciata dal produttore, attestante la conformità della porta resistente al fuoco alla porta omologata e contenente, tra l'altro, i seguenti dati:

- nome del produttore;
- anno di costruzione;
- numero progressivo di matricola;
- nominativo del laboratorio e dell'organismo di certificazione se diversi;
- codice di omologazione;
- classe di resistenza al fuoco.

Con la dichiarazione di conformità, il produttore si impegna a garantire comunque la prestazione certificata, quali che siano le modifiche apportate alla porta resistente al fuoco tra quelle consentite nell'atto di omologazione.

Marchio di conformità

Per *marchio di conformità* si intende l'indicazione permanente e indelebile apposta dal produttore sulla porta resistente al fuoco, contenente almeno il numero progressivo di matricola e il codice di omologazione.

Il marchio di conformità deve essere applicato dal produttore sulla porta resistente al fuoco.

Libretto di installazione, uso e manutenzione

Per *libretto di installazione, uso e manutenzione* si intende il documento, allegato ad ogni singola fornitura di porte resistenti al fuoco, che riporta, come minimo, i seguenti contenuti:

- modalità e avvertenze d'uso;
- periodicità dei controlli e delle revisioni con frequenza almeno semestrale;
- disegni applicativi esplicativi per la corretta installazione, uso e manutenzione della porta;
- avvertenze importanti a giudizio del produttore.

10.2 Norme di riferimento

D.M. 14 dicembre 1993 – Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura.

D.M. 27 gennaio 1999 – Resistenza al fuoco di porte e altri elementi di chiusura. Prove e criteri di classificazione.

D.M. 20 aprile 2001 – Utilizzazione di porte resistenti al fuoco di grandi dimensioni.

D.M. 21 giugno 2004 – Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura.

UNI EN 1634-1 – Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;

UNI EN 1634-3 – Prove di resistenza al fuoco per porte ed elementi di chiusura. Porte e chiusure a tenuta fumo;

UNI EN 1634-3 – Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura;

UNI EN 1363-1 – Prove di resistenza al fuoco. Requisiti generali;

UNI EN 1363-2 – Prove di resistenza al fuoco. Procedure alternative e aggiuntive;

UNI ENV 1363-3 – Prove di resistenza al fuoco. Verifica della prestazione del forno.

- elementi verniciati:

UNI 8456 – Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;

UNI 8457 – Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;

UNI 9174 – Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innescio in presenza di calore radiante.

UNI EN ISO 1182 – Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione. Prova di non combustibilità.

Art. 11. Apparecchi sanitari

11.1 Terminologia, classificazione e limiti di accettazione

Sono denominati *apparecchi sanitari* quei prodotti finiti per uso idraulico-sanitario, costituiti da materiale ceramico, materiali metallici o materie plastiche.

In particolare, per il materiale ceramico sono ammessi solo apparecchi sanitari di prima scelta realizzati con porcellana dura (vetrous china) o gres porcellanato (fire clay), secondo le definizioni della norma **UNI 4542**.

Gli apparecchi in materiale metallico o ceramico dovranno essere conformi alle seguenti norme UNI per quanto concerne i requisiti di accettazione:

UNI 4542 – Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione;

UNI 4543-1 – Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto;

UNI 4543-2 – Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto.

11.2 Requisiti

Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica.

11.3 Norme di riferimento

Lavabi, lavamani e lavelli da cucina

Le caratteristiche dei lavabi, dei lavamani e dei lavelli da cucina, devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 14688 – Apparecchi sanitari. Lavabi. Requisiti funzionali e metodi di prova;

UNI EN 13310 – Lavelli da cucina. Requisiti funzionali e metodi di prova;

UNI EN 695 – Lavelli da cucina. Quote di raccordo;

UNI EN 14296 – Apparecchi sanitari. Lavabi a canale;

UNI EN 31 – Lavabi. Quote di raccordo;

UNI EN 32 – Lavabi sospesi. Quote di raccordo.

Vasi

Le caratteristiche dei vasi devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 33 – Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;

UNI EN 34 – Vasi sospesi a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;

UNI EN 37 – Vasi a pavimento a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;

UNI EN 38 – Vasi sospesi a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;

UNI 8196 – Vasi a sedile ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova;

UNI EN 997 – Apparecchi sanitari. Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato.

Orinatoi

Gli orinatoi devono avere caratteristiche tali da consentire l'evacuazione anche di materiale solido di piccole dimensioni (mozziconi di sigarette, caramelle, ecc.), senza provocare l'ostruzione del raccordo di scarico.

Le caratteristiche degli orinatoi devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 80 – Orinatoi a parete senza sifone incorporato. Quote di raccordo;

UNI EN 12541 – Rubinetteria sanitaria. Valvole per cassette e orinatoi a chiusura automatica PN 10;

UNI EN 13407 – Orinatoi a parete. Requisiti funzionali e metodi di prova.

Bidè

Le caratteristiche dei bidè devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 35 – Bidè appoggiati sul pavimento con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;

UNI EN 36 – Bidè sospesi con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;

UNI EN 14528 – Bidè. Requisiti funzionali e metodi di prova;

UNI 8195 – Bidè ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

Vasche da bagno

Le caratteristiche delle vasche da bagno devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 232 – Vasche da bagno. Quote di raccordo;

UNI EN 198 – Specifiche per vasche da bagno per usi domestici prodotte con materiali acrilici.

UNI EN 263 – Apparecchi sanitari. Lastre acriliche colate reticolate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici.

Piatti doccia

Le caratteristiche dei piatti doccia devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 251 – Piatti doccia. Quote di raccordo;

UNI EN 263 – Specifiche per lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici;

UNI EN 14527 – Piatti doccia per impieghi domestici.

11.4 Spazi minimi funzionali per gli apparecchi sanitari

Spazi minimi e misure di sicurezza

L'installazione degli apparecchi sanitari deve rispettare gli spazi minimi di rispetto previsti dall'appendice O della norma **UNI 9182** – Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione. In particolare:

- lo spazio antistante l'apparecchio sanitario deve essere profondo almeno 55 cm;
- la tazza WC e il bidè devono essere distanti almeno 20 cm;
- la tazza WC, il bidè e il lavandino devono essere distanziati almeno 10 cm;
- il WC deve distare dalla parete laterale almeno 15 cm;
- il bidè deve distare dalla parete laterale almeno 20 cm.

I supporti di fissaggio, a pavimento o a parete, devono garantire la stabilità dell'apparecchio durante il suo uso, soprattutto se di tipo sospeso.

Gli apparecchi metallici devono essere collegati al conduttore di protezione, a sua volta collegato a rete di messa a terra.

Le prese di corrente in prossimità degli apparecchi sanitari devono avere requisiti tali da impedire la folgorazione elettrica.

Gli apparecchi sanitari devono essere idoneamente desolidarizzati in conformità all'appendice P della norma **UNI 9182**.

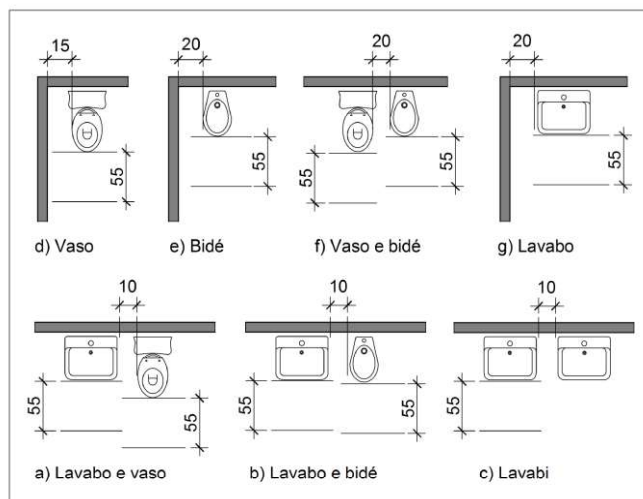


Figura 41.1 - Spazi minimi per gli apparecchi sanitari (norma UNI 9182)

Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote

Per garantire la manovra e l'uso degli apparecchi anche alle persone con impedita capacità motoria, deve essere previsto, in rapporto agli spazi di manovra di cui al punto 8.0.2 del D.M. n. 236/1989, l'accostamento laterale alla tazza WC, bidè, vasca, doccia, lavatrice e l'accostamento frontale al lavabo.

In particolare devono essere rispettati i seguenti spazi minimi funzionali:

- lo spazio necessario all'accostamento e al trasferimento laterale dalla sedia a ruote alla tazza WC e al bidè, ove previsto, deve essere minimo 100 cm misurati dall'asse dell'apparecchio sanitario;
- lo spazio necessario all'accostamento laterale della sedia a ruote alla vasca deve essere minimo di 140 cm lungo la vasca con profondità minima di 80 cm;
- lo spazio necessario all'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo deve essere minimo di 80 cm misurati dal bordo anteriore del lavabo.

Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari

Relativamente alle caratteristiche degli apparecchi sanitari, inoltre:

- i lavabi devono avere il piano superiore posto a 80 cm dal calpestio ed essere sempre senza colonna con sifone, preferibilmente del tipo accostato o incassato a parete;
- i WC e i bidè preferibilmente sono di tipo sospeso. In particolare, l'asse della tazza WC o del bidè deve essere posto ad una distanza minima di 40 cm dalla parete laterale, il bordo anteriore a 75÷80 cm dalla parete posteriore e il piano superiore a 45÷50 cm dal calpestio.

Qualora l'asse della tazza WC o del bidè sia distante più di 40 cm dalla parete, si deve prevedere, a 40 cm dall'asse dell'apparecchio sanitario, un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento. La doccia deve essere a pavimento, dotata di sedile ribaltabile e doccia a telefono.

Impugnatura di sicurezza

Nei locali igienici deve, inoltre, essere prevista l'attrezzabilità con maniglioni e corrimano orizzontali e/o verticali in vicinanza degli apparecchi. Il tipo e le caratteristiche dei maniglioni o corrimano devono essere conformi alle specifiche esigenze riscontrabili successivamente all'atto dell'assegnazione dell'alloggio, e posti in opera in tale occasione.

Nei servizi igienici dei locali aperti al pubblico è necessario prevedere e installare il corrimano in prossimità della tazza WC, posto ad altezza di 80 cm dal calpestio, e di diametro 3-4 cm. Se fissato a parete, deve essere posto a 5 cm dalla stessa.

Casi di adeguamento

Nei casi di adeguamento di edifici nei locali igienici, è consentita l'eliminazione del bidè e la sostituzione della vasca con una doccia a pavimento, al fine di ottenere, anche senza modifiche sostanziali del locale, uno spazio laterale di accostamento alla tazza WC, e di definire sufficienti spazi di manovra.

Visitabilità

Negli alloggi di edilizia residenziali nei quali è previsto il requisito della visitabilità, il servizio igienico si intende accessibile se è consentito almeno il raggiungimento di una tazza WC e di un lavabo, da parte di persona su sedia a ruote.

Per *raggiungimento dell'apparecchio sanitario* si intende la possibilità di arrivare sino alla diretta prossimità di esso, anche senza l'accostamento laterale per la tazza WC e frontale per il lavabo.

Art. 12. Rubinetteria sanitaria

12.1 Categorie

La rubinetteria sanitaria considerata nel presente articolo è quella appartenenti alle seguenti categorie:

- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua.

I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:

- comandi distanziati o gemellati;
 - corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete);
 - predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale.
 - miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore, mescolando prima i due flussi e regolando, poi, la portata della bocca di erogazione. Le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta.
- I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:
- monocomando o bicomando;
 - corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete);
 - predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
 - miscelatore termostatico, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.

12.2 Caratteristiche

La rubinetteria sanitaria, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, deve rispondere alle seguenti caratteristiche:

- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e, comunque, senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità e assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi;
- continuità nella variazione di temperatura tra la posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e i gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma **UNI EN 200** e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI. Per gli altri rubinetti si applica la norma **UNI EN 200** (per quanto possibile) o si farà riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

12.3 Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)

I rubinetti a passo rapido, flussometri, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

12.4 Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi

Le cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio, sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- 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.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione.

12.5 Fornitura e stoccaggio

I rubinetti devono essere forniti in imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere.

Il foglio informativo deve accompagnare il prodotto, dichiarando le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per il montaggio, la manutenzione, ecc.

12.6 Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria).

I tubi di raccordo rigidi e flessibili, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- inalterabilità alle azioni chimiche e all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

I tubi metallici flessibili devono essere conformi alla norma **UNI 9028**.

UNI 9028 – *Tubi compositi flessibili (e relativi raccordi metallici) per impianti idrici e termici;*

UNI 11208 – *Flessibili estraibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10).*

12.7 Rubinetti idonei ai portatori di handicap

Nei locali igienici destinati a portatori di handicap, devono essere installati preferibilmente rubinetti con comando a leva, con erogazione dell'acqua calda regolabile mediante miscelatori termostatici, così come stabilito dal D.M. n. 236/1989.

I rubinetti devono essere facilmente azionabili dai soggetti portatori di handicap, specialmente se su sedia a ruote o deambulanti.

UNI EN 1286 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 1287 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali*

UNI EN 15091 – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica;*

UNI EN 1111 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 816 – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica PN 10.*

12.8 Norme di riferimento

In caso di contestazione nell'accettazione della rubinetteria si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI 9182 – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;*

UNI EN 200 – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2. Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 246 – *Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei regolatori di getto;*

UNI EN 248 – *Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei rivestimenti Ni-Cr;*

UNI EN 816 – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica (PN 10);*

UNI EN 817 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici (PN 10). Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 1286 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 1287 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 15091 – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica;*

UNI 11148 – *Rubinetteria sanitaria. Doccette per rubinetteria da lavello;*

UNI 10856 – *Valvole per edifici. Prove e limiti di accettazione dei rivestimenti organici;*

UNI EN 1111 – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali;*

UNI EN 1112 – *Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);*

UNI EN 1113 – *Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10).*

UNI EN 13828 – *Valvole per edifici. Rubinetti a sfera di leghe di rame e di acciaio inossidabile, a comando manuale, per l'approvvigionamento di acqua potabile negli edifici. Prove e requisiti;*

UNI EN ISO 3822-1 – *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Metodo di misurazione;*

UNI EN ISO 3822-2 – *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Condizioni di montaggio e di funzionamento dei rubinetti di scarico e miscelatori;*

UNI EN ISO 3822-3 – *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Condizioni di montaggio e di funzionamento delle apparecchiature e delle valvole sull'impianto;*

UNI EN ISO 3822-4 – *Acustica. Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua. Condizioni di montaggio e di funzionamento per apparecchiature speciali.*

Art. 13. Dispositivi di scarico degli apparecchi sanitari

13.1 Generalità

I requisiti relativi alle dimensioni, alle prestazioni, ai materiali e alla marcatura per dispositivi di scarico, sifoni e troppopieno per lavelli, piatti doccia, lavabi, bidè e vasche da bagno raccordati a sistemi di drenaggio a gravità, per qualsiasi destinazione d'uso dell'edificio devono essere conformi alla norma **UNI EN 274-1**.

La rispondenza deve comprovata anche da un'attestazione di conformità fornita dall'appaltatore.

13.2 Norme di riferimento

UNI EN 274-1 – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti;*

UNI EN 274-2 – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Metodi di prova;*

UNI EN 274-3 – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Controllo qualità;*

UNI EN 15334 – *Apparecchi sanitari. Dispersioni metacriliche ad alto contenuto di cariche;*

13.3 Aspetto delle superfici interne ed esterne

Le superfici interne ed esterne dei dispositivi di scarico, ad esame visivo senza ingrandimento, devono essere lisce, prive di rientranze, rigonfiamenti o qualsiasi altro difetto di superficie che potrebbe comprometterne il funzionamento (**UNI EN 274-1**).

L'aspetto visivo dei rivestimenti elettrolitici NiCr deve essere conforme alla norma **UNI EN 248**.

13.4 Sifoni

Il sifone è un dispositivo che fornisce una tenuta idraulica tra l'uscita di scarico e il tubo di scarico, al fine di evitare l'entrata di aria maleodorante dal tubo di scarico nell'edificio, senza ostruire lo scarico dell'acqua reflua.

I sifoni possono essere del tipo cosiddetto *a tubo* o *a bottiglia*, e quest'ultimo deve presentare una suddivisione o un sifone rovesciato. Tutti i sifoni devono essere facilmente pulibili.

Le caratteristiche del sifone devono essere tali da non ridurre la profondità della tenuta dell'acqua al di sotto del minimo necessario.

Gli ingressi al sifone devono essere tali da poter essere raccordati alle uscite di scarico di dimensioni appropriate, qualora il sifone sia fornito come elemento separato.

Ulteriori ingressi e troppopieno devono essere raccordati in modo tale da garantire la profondità della tenuta dell'acqua, in conformità al prospetto 2 della norma **UNI EN 274-1**.

13.5 Pilette di scarico

Le pilette di scarico sono dispositivi attraverso i quali l'acqua è evacuata dall'apparecchio sanitario, che può essere sigillato per mezzo di una valvola o di un tappo e può essere dotato di una griglia fissa o rimovibile.

Le pilette di scarico possono essere fabbricate come pezzo unico o possono comprendere vari pezzi uniti tramite lavorazione meccanica, con o senza troppopieno.

Esse possono includere un sifone.

Le pilette di scarico non dotate di sifone devono avere un'uscita filettata o liscia delle dimensioni indicate nel prospetto 1 della norma **UNI EN 274-1**.

Le pilette di scarico possono essere dotate di una griglia fissa o rimovibile.

13.6 Prova di sbalzo termico per pilette di scarico e i sifoni. Tenuta

Le pilette di scarico e i sifoni devono essere sottoposti al passaggio di acqua calda e fredda per cinque cicli, come di seguito indicato:

- X l/s di acqua a una temperatura di °C per 15 min con una portata costante;
- X l/s di acqua a una temperatura di $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ per 10 minuti con una portata costante.

Il valore di X è la portata minima indicata nel prospetto 3 della norma **UNI EN 274-1**, ma con un massimo di 0,5 l/s.

L'acqua deve entrare nella piletta di scarico alla temperatura richiesta.

13.7 Tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola

La tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola, in conformità alla norma **UNI EN 274-2**, deve essere verificata:

- installando la piletta di scarico sul fondo del serbatoio di prova con il tappo in posizione o la valvola chiusa;
- riempiendo il serbatoio di prova con acqua a un'altezza di 120 mm e raccogliendo l'eventuale acqua che passa attraverso la valvola o il tappo della piletta di scarico durante un periodo di un'ora;
- misurando la quantità di acqua raccolta.

13.8 Tenuta dei sifoni

Tutti i componenti e i raccordi del sifone, in conformità alla norma **UNI EN 274-2**, devono essere sottoposti a una pressione d'acqua di 0,01 MPa (0,1 bar) per un periodo di cinque minuti. Per i sifoni sottoposti a una prova di sbalzo termico, la tenuta deve essere verificata immediatamente dopo la prova.

13.9 Marcatura

Tutti i dispositivi di scarico, posti in opera, devono essere marcati indelebilmente almeno con:

- il nome o il marchio del fabbricante;
- **UNI EN 274**.

Se la marcatura del prodotto non è praticabile, tale informazione deve essere riportata sull'imballaggio del prodotto.

Art. 14. Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.

Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

- presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:
 - verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
 - controllo della composizione chimica;
 - controllo delle caratteristiche meccaniche;
 - prova di trazione sia sul materiale base del tubo che sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
 - prova di curvatura (bending test);
 - prova di schiacciamento;
 - prova di piegamento;
 - prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, ad ultrasuoni, con liquidi penetranti);
 - controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 KV del rivestimento esterno.
- presso il deposito di stoccaggio:
 - controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore, e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

14.1 Tubi in acciaio

In generale, un primo riferimento è dato dalle istruzioni della C.M. 5 maggio 1966, n. 2136, che riporta le prescrizioni per i tubi di acciaio per acquedotti, ricavati da lamiera curvate con saldature longitudinali o elicoidali, con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere. Tali indicazioni, però, devono essere integrate con le norme UNI applicabili.

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità, e avere, di norma, caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle **UNI EN 10025**, o caratteristiche analoghe, purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm²;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 10224 – Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN 10326 – Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN 10025 – Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

Tolleranze

La C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 stabilisce le seguenti tolleranze:

- spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
 - in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo;
 - in più: limitate dalle tolleranze sul peso;
- diametro esterno $\pm 1,5\%$ con un minimo di 1 mm.
- diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità:
 - 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
 - 2,5 mm;

- 1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm.

L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa.

- sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm.

Non sono ammesse tolleranze in meno;

- sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche e al peso specifico di 7,85 kg/cm³ sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sul singolo tubo: + 10%; - 8%;

- per partite di almeno 10 t: +/- 7,5%.

Tipologie tubi

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati, e ad ogni diametro deve corrispondere una pressione massima d'esercizio.

Le tubazioni di uso più frequente hanno uno spessore detto *della serie normale*, mentre quelle con spessore minimo si definiscono *della serie leggera*.

Tubi senza saldatura

I tubi senza saldatura devono essere conformi alla norma **UNI EN 10224**.

I tubi commerciali sono forniti in lunghezza variabile da 4 a 8 m, con tolleranze di + 10 mm per i tubi fino a 6 m, e di + 15 mm per tubi oltre 6 m. Le tolleranze sono quelle indicate dalla tabella 9 della norma **UNI EN 10224**.

Per i tubi commerciali, le tolleranze sul diametro esterno, sullo spessore e sulla lunghezza, sono stabilite dal punto 7.7 della norma **UNI EN 10224**.

I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sottoposti a prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazione non deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

Norme di riferimento

UNI EN 10224 – *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;*

UNI EN 10216-1 – *Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente;*

UNI EN 10255 – *Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura;*

UNI EN 10208-1 – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A;*

UNI EN 10208-2 – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.*

Tubi con saldatura

Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI EN 10217-1 – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente;*

UNI EN 10217-2 – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;*

UNI EN 10217-3 – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine;*

UNI EN 10217-4 – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;*

UNI EN 10217-5 – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;*

UNI EN 10217-6 – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;*

UNI EN 10217-7 – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile.*

Designazione e marcatura dei materiali

La designazione dei tubi d'acciaio deve comprendere:

- la denominazione "tubo";
- la norma UNI di riferimento;
- il diametro esterno;
- altre indicazioni facoltative;
- tolleranze sulla lunghezza;
- lunghezza, se diversa da quella normale.

Rivestimento interno

Il rivestimento interno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. Lo spessore minimo del rivestimento è previsto dalla norma **UNI ISO 127**

I tubi devono essere trattati all'interno con un adeguato rivestimento, a protezione della superficie metallica dall'azione aggressiva del liquido convogliato.

I rivestimenti più impiegati sono:

- bitume di 2-4 mm di spessore;
- resine epossidiche di 0,5-1 mm;
- polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.

La malta cementizia centrifugata e opportunamente dosata per il rivestimento interno, deve essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoprotante di elevata resistenza, per il quale il tubo dovrà agire praticamente come armatura.

Norme di riferimento

UNI ISO 127 – *Lattice naturale concentrato. Determinazione del numero di KOH;*

UNI ISO 6600 – *Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione;*

UNI ISO 4179 – *Tubi di ghisa sferoidale per condotte con e senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Prescrizioni generali (n.d.r. ritirata senza sostituzione).*

Rivestimento esterno

I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati mediante (**UNI ISO 127**):

- primo strato bituminoso, di catrame o di resina sintetica;
- uno o più strati protettivi a base di bitume;
- uno o più strati di armatura in velo di vetro inserito in ogni strato protettivo.

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.

La classe di spessore del rivestimento deve essere conforme alla norma **UNI ISO 127**.

Per ulteriori sistemi di rivestimento (protezione catodica, antisolare, ambiente aggressivo, meccanica, ecc.) si rimanda alla citata norma **UNI ISO 127**.

La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestimento ancora caldo e non indurito e prima dell'applicazione della protezione antisolare. Negli altri, la protezione meccanica può essere applicata durante la posa in opera della tubazione.

I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento. In generale, la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento, per favorirne l'aderenza.

Tabella 44.1 - Tubazioni in acciaio serie leggera

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,0	17,4	16,7	0,742	0,748	3/8
15	21,3	2,3	21,7	21,0	1,08	1,09	1/2
20	26,9	2,3	27,1	26,4	1,39	1,40	3/4
25	33,7	2,9	34,0	33,2	2,20	2,22	1
32	42,4	2,9	42,7	41,9	2,82	2,85	1 ¼
40	48,3	2,9	48,6	47,8	3,24	3,28	1 ½
50	60,3	3,2	60,7	59,6	4,49	4,56	2
65	76,1	3,2	76,3	75,2	5,73	5,85	2 ½
80	88,9	3,6	89,4	87,9	7,55	7,72	3
100	114,3	4,0	114,9	113,0	10,8	11,1	4

Tabella 44.2 - Tubazioni in acciaio serie media

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,3	17,5	16,7	0,893	0,845	3/8
15	21,3	2,6	21,8	21,0	1,21	1,22	1/2
20	26,9	2,6	27,3	26,5	1,56	1,57	3/4
25	33,7	3,2	34,2	33,3	2,41	2,43	1
32	42,4	3,2	42,9	42,0	3,10	3,13	1 ¼
40	48,3	3,2	48,8	47,9	3,56	3,60	1 ½
50	60,3	3,6	60,8	59,7	5,03	5,10	2
65	76,1	3,6	76,6	75,3	6,42	6,54	2 ½
80	88,9	4,0	89,5	88,00	8,36	8,53	3
100	114,3	4,5	115,0	113,1	12,2	12,5	4

Tabella 44.3 - Tubazioni in acciaio serie pesante

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,9	17,5	16,7	1,02	1,03	3/8
15	21,3	3,2	21,8	21,0	1,44	1,45	1/2
20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88	3/4
25	33,7	4,0	34,2	33,3	2,93	2,95	1
32	42,4	4,0	42,9	42,0	3,79	3,82	1 ¼
40	48,3	4,0	48,8	47,9	4,37	4,41	1 ½
50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26	2
65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05	2 ½
80	88,9	5,0	89,5	88,9	10,3	10,5	3
100	114,3	5,4	115,0	113,1	14,5	14,8	4

Tabella 44.4 - Valori di tolleranza per i tubi in acciaio con riferimento alla norma UNI 8863

Tipo	Spessore		Massa lineica	
	+	-	+	-
Saldati	no	10%	10%	8%
Non saldati	no	12,5%	10%	10%

14.2 Tubazioni in PVC

Le principali norme di riferimento per le condotte in PVC pieno e strutturato sono:

- per i fluidi in pressione: **UNI EN 1452**;
- per gli scarichi nei fabbricati: **UNI EN 1329** e **UNI 1543** (PVC strutturato);
- per le fognature: **UNI EN 1401**;

- per gli scarichi industriali: **UNI EN ISO 15493**.

Tubazioni per adduzione d'acqua

La norma **UNI EN 1452-1** specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo dell'adduzione d'acqua. Le parti comprese tra la seconda e la quinta della stessa norma si applicano ai tubi, raccordi, valvole e attrezzature ausiliarie di PVC-U e anche alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici e non plastici, che possono essere utilizzati per gli impieghi seguenti:

- condotte principali e diramazioni interrate;
- trasporto di acqua sopra terra sia all'esterno che all'interno degli edifici;
- fornitura di acqua sotto pressione a circa 20°C (acqua fredda), destinata al consumo umano e per usi generali.

La norma è anche applicabile ai componenti per l'adduzione d'acqua fino 45°C compresi.

Le caratteristiche della polvere di PVC devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-1** e soddisfare la tabella 44.5.

Tabella 44.5 - Caratteristiche della resina (polvere) di PVC

Caratteristiche	Requisiti
Valore <i>K</i>	65÷70
Peso specifico apparente	0,5÷0,6
Granulometria	> 250 mm 5% max < 63 mm 5% max
VCM residuo (vinil cloruro monomero)	< 1 ppm (1mg/kg max)
Sostanze volatili	≤ 0,3%

Composizione di PVC-U

Il materiale con cui sono prodotti i tubi in PVC-U, i raccordi e le valvole, deve essere una composizione (compound) di policloruro di vinile non plastificato. Questa composizione deve consistere di una resina PVC-U, alla quale sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitare la fabbricazione di tubi, raccordi e valvole conformi alle varie parti della norma **UNI EN 1452**.

Nessuno degli additivi deve essere utilizzato, separatamente o insieme agli altri, in quantità tali da costituire un pericolo tossico, organolettico o microbiologico, o per influenzare negativamente la fabbricazione o le proprietà di incollaggio del prodotto, o, ancora, per influire negativamente sulle sue proprietà, fisiche o meccaniche (in particolare la resistenza agli urti e la resistenza meccanica a lungo termine), come definito in varie parti della norma **UNI EN 1452**.

Non è ammesso l'impiego di:

- plastificanti e/o cariche minerali che possano alterare le caratteristiche meccaniche e igieniche del tubo;
- PVC proveniente dalla rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- materiale di primo uso estruso, ottenuto, cioè, dalla molitura di tubi e raccordi, già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

Le caratteristiche del blend in forma di tubo devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-1** e soddisfare la tabella 44.6.

Tabella 44. 6 - Caratteristiche della miscela

Caratteristiche	Requisiti
M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	≥ 25 MPa
Peso specifico	1,35÷1,46 g/cm ³
Carico unitario a snervamento	≥ 48 MPa
Allungamento a snervamento	< 10%
Modulo di elasticità	> 3000 MPa
Coefficiente di dilatazione termica lineare	0,06 ÷ 0,08 mm/m°C
Conduttività termica	0,13 kcal/mh°C

Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore grigio, blu o crema. Il colore dei tubi deve essere uniforme per tutto il loro spessore. Per le applicazioni sopra terra non devono essere impiegati tubi di colore crema. In considerazione dell'eventuale esposizione ai raggi solari, un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non deve compromettere l'idoneità del tubo all'impiego e costituire un conseguente motivo di rifiuto della fornitura.

La parete del tubo deve essere opaca e non deve trasmettere più dello 0,2% della luce visibile, misurata secondo la norma **UNI EN 578**. Questo requisito non è applicabile ai tubi di colore crema.

Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-2** e soddisfare la tabella 44.7.

Tabella 44.7 - Caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi

Caratteristiche	Requisiti	Metodi di prova
Resistenza all'urto	T = 0°C-TIR < 10% conformi al prospetto 6 della norma UNI EN 1452-2	UNI EN 744
Resistenza alla pressione intera	Nessun cedimento durante la prova 20°C/1h/σ= 42 MPa 20°C/100 h/σ= 35 MPa 60°C/1000 h/σ= 12,5 MPa	UNI EN 921
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	> 80°C conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727

Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare delaminazione, bolle o rotture	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - $e \leq 8$ mm: 15 min; - $e > 8$ mm: 30 min. oppure: temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - $e \leq 8$ mm: 30 min; - $e > 8$ mm: 60 min,	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido
			UNI EN 743. Metodo B: in aria
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 15°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

Caratteristiche geometriche

I tubi devono essere dei formati (SDR) previsti dalla premessa nazionale alla norma **UNI EN 1452** e avere dimensioni conformi ai valori riportati nei prospetti 1, 2 e 3 del capitolo 6 della norma **UNI EN 1452-2** – *Caratteristiche geometriche*.

Il diametro esterno nominale d_n di un tubo deve essere conforme al prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

Il diametro esterno medio d_{em} di un tubo deve essere conforme al relativo diametro esterno nominale d_n entro le tolleranze date nel prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

Le tolleranze per lo scostamento della circolarità devono essere conformi al prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

La lunghezza nominale del tubo, normalmente di 6 m, deve essere una lunghezza minima, che non deve comprendere la profondità delle parti del bicchiere.

Tabella 44.8 - Spessori minimi di parete dei tubi

Diametro esterno nominale d_n [mm]	Spessore di parete nominale (minimo) [mm]			
	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar
20	-	-	1.5	1.9
25			1.9	2.3
32		1.6	2.4	2.9
40	1.5	1.9	3.0	3.7
50	1.6	2.4	3.7	4.6
63	2.0	3.0	4.7	5.8
75	2.3	3.6	5.6	6.8
90	2.8	4.3	6.7	8.2
110	2.7	4.2	6.6	8.1
125	3.1	4.8	7.4	9.2
140	3.5	5.4	8.3	10.3
160	4.0	6.2	9.5	11.8
180	4.4	6.9	10.7	13.3
200	4.9	7.7	11.9	14.7
225	5.5	8.6	13.4	16.6
250	6.2	9.6	14.8	18.4
280	6.9	10.7	16.6	20.6
315	7.7	12.1	18.7	23.2
355	8.7	13.6	21.1	26.1
400	9.8	15.3	23.7	29.4
450	11.0	17.2	26.7	33.1
500	12.3	19.1	29.7	36.8
630	15.4	24.1	-	-
710	17.4	27.2		
800	19.6	30.6		
900	22.0	-		
1000	24.5			

Spessori di parete e relative tolleranze

Gli spessori nominali di parete e_n sono classificati in base alle serie dei tubi S .

Lo spessore nominale di parete corrisponde allo spessore di parete minimo ammissibile.

Lo spessore nominale di parete deve essere conforme al prospetto 2 della norma **UNI EN 1452-2**, appropriato alla serie del tubo.

La tolleranza per lo spessore di parete medio e_m deve essere conforme al prospetto 3 della norma **UNI EN 1452-2**.

Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati

I tubi con estremità lisce da utilizzare con guarnizioni elastomeriche o con bicchieri incollati, devono essere smussate come illustrato in figura 3 della norma **UNI EN 1452-2**. I tubi a estremità lisce, da utilizzare per altri giunti incollati, non devono avere bordi acuminati come previsto dalla stessa norma.

Guarnizioni di tenuta

Il materiale impiegato per gli anelli di tenuta utilizzati nelle giunzioni dei tubi deve rispondere alla norma **UNI EN 681-1** e deve essere conforme alla classe appropriata. Le guarnizioni devono essere assolutamente atossiche secondo le normative cogenti (disciplina igienico sanitaria).

Il sistema di giunzione, per ciascuna classe di pressione (PN) presente nella fornitura, deve rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-5**, ed essere testato secondo le norme:

UNI EN ISO 13844 – *Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;*

UNI EN ISO 13845 – *Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.*

Marcatatura

I particolari della marcatatura devono essere stampati o formati direttamente sul tubo a intervalli massimi di 1 m, in modo che dopo immagazzinamento, esposizione alle intemperie, maneggio e posa in opera, la leggibilità sia mantenuta durante l'uso del prodotto. La marcatatura non deve provocare fessure o altri tipi di deterioramento del prodotto. Il colore delle informazioni stampate deve essere differente dal colore di base dei tubi. I caratteri della marcatatura devono essere tali da essere leggibili senza ingrandimento.

La marcatatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare almeno le seguenti indicazioni:

- numero della norma di sistema (**EN 1452**);
- nome del fabbricante e/o marchio commerciale;
- materiale;
- diametro esterno nominale d_n · spessore di parete e_n ;
- pressione nominale PN1;
- informazioni del fabbricante;
- numero della linea di estrusione.

I tubi da impiegare specificamente per la distribuzione di acqua pubblica devono, inoltre, riportare una marcatatura con la parola *acqua*.

Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione

Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi

Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati, consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione.

Il PVC nei tubi deve essere almeno l'80% sulla miscela totale.

Il PVC nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla miscela totale.

La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina PVC nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalle norme di riferimento:

- tubi: contenuto di PVC $\geq 80\%$ in massa verificato secondo la norma **UNI EN 1905** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro*.
- raccordi: contenuto di PVC $\geq 85\%$ in massa verificato secondo la norma **UNI EN 1905** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro*.

Il contenuto minimo di PVC può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (durante la produzione, da magazzino, da cantiere).

Tabella 44.9 - Caratteristiche della materia prima in forma di tubo

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Contenuto di PVC	$\geq 80\%$ in massa	Determinazione analitica del contenuto di PVC in base al contenuto di cloro totale	UNI EN 1905
Massa volumica	$< 1,53 \text{ gr/cm}^3$	Prova: metodo per immersione	SO 1183
Resistenza alla pressione interna	Nessun cedimento durante il periodo di prova	Chiusure di estremità	tipo A o tipo B
		Temperatura di prova	60°C
		Orientamento	libero
		Numero di provette	3
		Tensione circonferenziale	10 MPa
		Tempo di condizionamento	1 h
		Tipo di prova	acqua in acqua
		Periodo di prova	1000 h

Caratteristiche dei tubi

I tubi in PVC-U a parete compatta devono avere classe di rigidità nominale SN (kN/m²), diametro (mm), spessore..... (mm), SDR, conformi alla norma **UNI EN 1401-1** e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **UNI EN 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

Raccordi

I raccordi in PVC-U a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale di minimo SN 4 (kN/m²), diametro (mm), spessore..... (mm), SDR max 41, conformi alla norma **UNI EN 1401-1** e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **UNI EN 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

Dimensioni dei tubi

I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma **UNI EN 1401** capitolo 6, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori dovranno essere conformi alla tabella 44.10, le caratteristiche meccaniche dovranno essere conformi alla tabella 44.11 e le caratteristiche fisiche dovranno essere conformi alla tabella 44.12.

Tabella 44. 10 - Dimensione dei tubi

Dimensione nominale [DN/OD]	Diametro esterno nominale d_n	SN2 SDR 51		SN4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		e_{\min}	e_{\max}	e_{\min}	e_{\max}	e_{\min}	e_{\max}
110	110	-	-	3.2	3.8	3.2	3.8
125	125	-	-	3.2	3.8	3.7	4.3
160	160	3.2	3.8	4.0	4.6	4.7	5.4
200	200	3.9	4.5	4.9	5.6	5.9	6.7
250	250	4.9	5.6	6.2	7.1	7.3	8.3
315	315	6.2	7.1	7.7	8.7	9.2	10.4
355	355	7.0	7.9	8.7	9.8	10.4	11.7
400	400	7.9	8.9	9.8	11.0	11.7	13.1
450	450	8.8	9.9	11.0	12.3	13.2	14.8
500	500	9.8	11.0	12.3	13.8	14.6	16.3
630	630	12.3	13.8	15.4	17.2	18.4	20.5
710	710	13.9	15.5	17.4	19.4	-	-
800	800	15.7	17.5	19.6	21.8	-	-

900	900	17.6	19.6	22.0	24.4	-	-
1000	1000	19.6	21.8	24.5	27.2	-	-

Tabella 44.11 - Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodi di prova
Resistenza all'urto	TIR ≤ 10%	Temperatura di prova	(0±1)°C	UNI EN 744
		Mezzo di condizionamento	Acqua o aria	
		Tipo di percussore	d 90	
		Massa del percussore per:		
		$d_{em} = 110$ mm	1 kg	
		$d_{em} = 125$ mm	1,25 kg	
		$d_{em} = 160$ mm	1,6 kg	
		$d_{em} = 200$ mm	2,0 kg	
		$d_{em} = 250$ mm	2,5 kg	
		$d_{em} > 315$ mm	3,2 kg	
		Altezza di caduta del percussore per:		
		$d_{em} < 110$ mm	1600 mm	
		$d_{em} > 110$ mm	2000 mm	

Tabella 44. 12 - Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	> 79°C	conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - per $e \leq 8$ mm: 15 min; - per $e > 8$ mm: 30 min. oppure:	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido
		temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - $e \leq 4$ mm: 30 min; 30 min; - $4 \text{ mm} < e \leq 8$ mm: 60 min; - $e > 16$ mm: 120 min.	UNI EN 743. Metodo B: in aria
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1401** e contenere almeno con intervalli di massimo 2 m le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1401**;
- codice d'area di applicazione: U e UD;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- indicazione del materiale (PVC-U);
- dimensione nominale (DN/OD);
- spessore minimo di parete (SDR);
- rigidità anulare nominale (SN);
- informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

Sistema qualità e certificazioni

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alla norma **UNI EN ISO 9001** del proprio sistema di qualità aziendale, rilasciata secondo la norma **UNI CEI EN 45012** da società o enti terzi riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto (marchio di qualità) sull'intera gamma fornita, rilasciati secondo la norma **UNI CEI EN 45011** da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve allegare alle consegne una dichiarazione di conformità alla norma con specifico riferimento al contenuto minimo di resina PVC ≥ 80% in massa per i tubi.

Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

Materiale di base

I tubi e i raccordi devono essere realizzati con PVC-U e adeguati additivi.

Il contenuto di PVC deve essere maggiore o uguale all'80% per tubi e all'85% per i raccordi. Il valore di PVC deve essere determinato con metodo in base alla norma **UNI EN1905**.

È ammesso l'utilizzo di materiale non vergine, secondo le modalità specificate dall'allegato A della norma **UNI EN 1329-1**.

Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura, i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici, per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati:

- codice B: per l'area di applicazione dei componenti destinati all'uso sopra terra all'interno degli edifici o per componenti all'esterno degli edifici fissati alle pareti;
- codice D: riferito ad un'area sotto ed entro 1 m dall'edificio dove i tubi e i raccordi sono interrati e collegati al sistema di tubazione interrato per le acque di scarico;
- codice BD: riferito ai componenti destinati alle applicazioni in entrambe le aree B e D.

- codici U e UD: non sono compresi dalla norma **UNI EN 1329-1**. Per la relativa definizione si rimanda alla norma **UNI EN 1401-1**.

Utilizzo

La norma **UNI EN 1329-1** si applica ai tubi e ai raccordi di PVC-U, alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici (marcati con B o BD) destinati ai seguenti utilizzi:

- tubazioni di scarico per acque domestiche a bassa e ad alta temperatura;
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi di cui al punto precedente;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio;

I tubi e i raccordi possono essere utilizzati in due aree di applicazione, ovvero all'interno della struttura degli edifici (marcati con sigla B) e nel sottosuolo entro la struttura degli edifici (marcati con sigla BD). La lunghezza dei tubi non comprende il bicchiere.

Per l'uso di tubazioni interrate nell'area interna della struttura dell'edificio, si intendono solamente i componenti (marcati BD) con diametro esterno nominale uguale o maggiore di 75 mm.

Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche sono le seguenti:

- il diametro esterno nominale è compreso tra 32-315 mm;
- l'ovalizzazione è $\leq 0,024 d_n$;
- la lunghezza tubi è definita dal produttore (escluso il bicchiere);
- lo smusso della testata del tubo ha un angolo compreso tra i 15° e i 45°;
- lo spessore della parete varia in funzione del d_n e dell'area di applicazione;
- la lunghezza, il diametro e gli spessori dei raccordi sono definiti dalla norma **UNI EN 1329-1**, in funzione del tipo di giunto da realizzare e dell'area di applicazione;
- i raccordi sono realizzati con curve, manicotti, riduzioni e deviatori, secondo figure definite.

Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate dalla resistenza all'urto e per aree fredde con urto a -10°C.

Caratteristiche fisiche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- ritiro longitudinale;
- resistenza di clorometano;

Le caratteristiche dei raccordi, invece, sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- effetti calore.

Tali valori sono riassunti nella tabella 44.13.

Tabella 44. 13 - Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat(VST)	> 79°C	conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	$\leq 5\%$ Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: 15 min oppure: temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido UNI EN 743. Metodo B: in aria
Resistenza al diclorometano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 15°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite, ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il grigio.

Raccordi

I raccordi possono essere realizzati con due sistemi di giunzione:

- bicchiere a guarnizione monolabbro;
- bicchiere ad incollare.

Guarnizioni di tenuta

La guarnizione di tenuta non deve presentare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non deve provocare la non rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti del prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

I materiali per le guarnizioni devono essere conformi alla norma **UNI EN 681-1** o alla norma **UNI EN 681-2**, a seconda dei casi.

Le guarnizioni di elastomeri termoplastici (TPE) devono, inoltre, essere conformi ai requisiti prestazionali a lungo termine specificati nel prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

Adesivi

Gli adesivi impiegati devono essere colle a solvente e devono essere specificati dal fabbricante dei tubi o dei raccordi o da un accordo tecnico di parte terza.

Gli adesivi non devono esercitare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non devono causare la mancata rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti previsti dal prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

Emissione di rumore

I sistemi di tubazioni devono garantire un'emissione di rumore inferiore a quanto previsto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1991, che per impianti a funzionamento discontinuo prevede un limite di 35 dB misurato in opera secondo la norma **UNI EN ISO 16032**. I sistemi di tubazioni devono essere realizzati con materiali che permettano la classificazione al fuoco secondo la norma **UNI EN 13051** e le relative euroclassi di reazione al fuoco. Garantiscono la posa a regola d'arte secondo quanto previsto da D.M 22 gennaio 2008, n. 37.

Procedura di controllo della produzione

L'azienda produttrice deve esibire la procedura di controllo della produzione secondo la norma **UNI EN ISO 9001/2000** e con procedure assimilabili ed esibire certificazioni di qualità dei sistemi di tubazioni rilasciate da enti riconosciuti e qualificati Sincert.

Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1329-1**, con intervalli di massimo 1 m, e contenere almeno le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1329-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- spessore di parete minimo;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare per l'area di applicazione BD;
- informazione del fabbricante;

Per impiego a basse temperature (simbolo del cristallo di ghiaccio), la marcatura dei raccordi deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1329-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare nominale per applicazione nell'area BD.

La marcatura per incisione deve ridurre lo spessore per non più di 0,25 mm. In caso contrario, non deve essere ritenuta conforme.

Norme di riferimento

a) tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua:

UNI EN 1452-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità;

UNI EN 1452-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi;

UNI EN 1452-3 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Raccordi;

UNI EN 1452-4 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Valvole e attrezzature ausiliarie;

UNI EN 1452-5 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Idoneità all'impiego del sistema;

UNI ENV 1452-6 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione;

UNI ENV 1452-7 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

b) tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione:

UNI EN 1401-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;

UNI ENV 1401-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità;

UNI ENV 1401-3 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione;

UNI EN 13476-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

UNI EN 13476-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

UNI EN 13476-3 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

UNI CEN/TS 13476-4 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità;

c) tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

- parete piena:

UNI EN 1329-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;

UNI ENV 1329-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

- parete strutturata:

UNI EN 1453-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi e il sistema;

UNI ENV 1453 – Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

14.3 Tubi in polietilene (PE)

Polietilene

La norma **UNI EN 1519-1** specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e il sistema di tubazioni di polietilene (PE) nel campo degli scarichi:

- all'interno della struttura dei fabbricati (marcati B);
- nei fabbricati, sia nel sottosuolo entro la struttura del fabbricato (marcati BD).

La norma è applicabile ai tubi e ai raccordi di PE di seguito indicati:

- a estremità liscia;
- con bicchiere munito di guarnizione elastomerica;
- per giunti per fusione di testa;
- per giunti elettrofusi;
- per giunti meccanici.

Composizione del PE

La composizione per tubi e raccordi deve essere costituita da materiale di base polietilene (PE), al quale possono essere aggiunti gli additivi necessari per facilitare la fabbricazione dei componenti conformi ai requisiti della norma **UNI EN 1519-1**. Per esigenze della normativa antincendio possono essere impiegati anche altri additivi.

I raccordi fabbricati, o le parti di raccordi, fabbricati devono essere realizzati partendo da tubi e/o stampati conformi, tranne che per i requisiti dello spessore di parete e/o stampati di PE conformi alle caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale, come richiesto dalla norma **UNI EN 1519-1**.

Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati (UNI EN 1519-1):

- codice B: per l'area di applicazione all'interno del fabbricato e all'esterno per elementi fissati alle pareti;
- codice D: per l'area di applicazione al disotto del fabbricato ed entro 1 m di distanza dal fabbricato per tubi e raccordi interrati e collegati al sistema di scarico del fabbricato;
- codice BD: riferito ad applicazioni in entrambe le aree d'applicazione B e D.

Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite, ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il nero.

Spessore di parete

Lo spessore di parete e deve essere conforme rispettivamente ai prospetti 3 e 4 della norma **UNI EN 1519-1**, nei quali per la serie metrica è ammesso uno spessore di parete massimo, in un punto qualsiasi, fino a $1,25 e_{min}$, purché lo spessore di parete medio e_m sia minore o uguale a quello specificato, $e_{m,max}$.

Tipi di raccordo

La norma **UNI EN 1519-1** si applica ai seguenti tipi di raccordo (ma ne sono ammessi anche altri tipi):

- curve:
 - senza o con raggio di curvatura (**ISO 265**);
 - codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere;
 - a segmenti saldati di testa.

Gli angoli nominali preferenziali α dovrebbero essere da 15°, 22,5°, 30°, 45°, 67,5°, 80°, oppure compresi tra 87,5° e 90°.

- diramazioni e diramazioni ridotte (diramazioni singole o multiple):
 - angolo senza o con raggio di curvatura (**ISO 265-1**);
 - codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere.

L'angolo nominale fissato α dovrebbe essere da 45°, 67,5°, oppure compreso tra 87,5° a 90°.

- riduzioni;
- raccordi di accesso. Il diametro interno del foro per pulizia deve essere specificato dal fabbricante;
- manicotti:
 - a doppio bicchiere;
 - collare per riparazioni.
- bicchiere per saldatura testa a testa per tubo con estremità lisce;
- tappi.

Marcatatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dai punti 11.1 e 11.2 della norma **UNI EN 1519-1** deve essere durevole.

Essa deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento **UNI EN 1519-1**;
- dimensione nominale;
- spessore minimo di parete;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- serie di tubo per l'area di applicazione BD;
- tipo di bicchiere;
- informazioni del produttore.

La marcatura dei raccordi deve contenere:

- numero della norma **UNI EN 1519-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- dimensione nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- spessore minimo di parete o serie di tubi per l'area di applicazione BD;
- tipo di bicchiere;
- informazioni del fabbricante.

Norme di riferimento

a) tubazioni di materia plastica per scarichi:

UNI EN 1519-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;

UNI ENV 1519-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Guida per la valutazione della conformità;

UNI EN 13476-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

UNI EN 13476-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

UNI EN 13476-3 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

UNI CEN/TS 13476-4 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

Polietilene reticolato (PE-X)

I tubi di polietilene reticolato sono ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ionizzanti o azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pressione e con temperature fino a 80°C.

I tubi di polietilene reticolato (PE-X) possono essere utilizzati nella realizzazione degli impianti di distribuzione dell'acqua potabile (calda e fredda).

Negli impianti sanitari, i tubi di PE-X devono essere installati all'interno di una guaina (tubo corrugato) di colore rosso o blu per poter individuare con facilità la tipologia del circuito e per poter rimpiazzare rapidamente e senza difficoltà tratti di tubazione danneggiati.

Le curvature più strette, le diramazioni o i collegamenti devono essere realizzati con raccordi meccanici, poiché il PE-X non è fusibile né incollabile.

I raccordi meccanici per tubi di PE-X possono essere di due tipologie, e cioè ad avvitamento o a compressione (press-fitting).

I raccordi ad avvitamento devono essere realizzati in ottone o acciaio inox. La tenuta idraulica deve essere assicurata dalle guarnizioni poste sulla bussola stessa.

I raccordi a compressione (press-fittings) devono essere composti dal corpo del raccordo realizzato in ottone, acciaio inox o in materiale sintetico (tecnopolimeri) e da una bussola di tenuta in acciaio inox. La tenuta idraulica è assicurata dalla pressione esercitata dal tubo contro le guarnizioni poste sul corpo del raccordo.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9338 – Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per il trasporto di fluidi industriali;

UNI 9349 – Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.

14.4 Tubi in polipropilene (PP)

I tubi in polipropilene possono essere impianti di distribuzione di acqua calda e fredda nell'edilizia civile e industriale, impianti di riscaldamento e scarichi.

Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile, dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare, in pressione, temperature fino 100°C. In generale, per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla norma **UNI EN ISO 15874-2**.

Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

Aspetto

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

Marcatura

Tutti i tubi e i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

Stoccaggio, movimentazione e trasporto

Durante la movimentazione e il trasporto delle tubazioni, dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento. I tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati, lasciati cadere o trascinati a terra.

I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite, e in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti, con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano e si installano le tubazioni a temperature inferiori a 0°C.

Norme di riferimento

a) installazioni di acqua calda e fredda:

UNI EN ISO 15874-1 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 1: Generalità;

UNI EN ISO 15874-2 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 2: Tubi;

UNI EN ISO 15874-3 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 3: Raccordi;

UNI EN ISO 15874-5 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;

UNI CEN ISO/TS 15874-7 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità;

b) scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

UNI EN 1451-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;

UNI ENV 1451-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN 13476-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

UNI EN 13476-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

UNI EN 13476-3 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

UNI CEN/TS 13476-4 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

14.5 Tubi in polietilene (PE)

I tubi di polietilene (PE), raccordi e valvole, a loro giunzioni e a giunzioni con componenti di altri materiali, devono utilizzarsi alle seguenti condizioni (**UNI EN 12201-1**):

- pressione massima operativa MOP, fino a 25 bar;
- temperatura di esercizio di riferimento di 20°C.

Possono essere impiegati tubi di polietilene dei tipi PE 80 e PE 100.

I materiali di cui sono composti i tubi devono essere conformi ai requisiti specificati nella norma **EN 12201-1**.

Caratteristiche dei tubi

Le superfici esterne e interne dei tubi, se osservate senza ingrandimento, devono essere lisce, pulite, ed esenti da rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità del tubo alla norma **UNI EN 12201-2**. Le estremità del tubo devono risultare tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore blu o neri con strisce blu.

Tubi in rotoli

I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impediti deformazioni localizzate, come, per esempio, instabilità locali (imbozzamenti) e torsioni (attorcigliamenti).

Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione)

Il diametro medio esterno d_{em} e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al prospetto 1 della norma **UNI EN 12201-2**.

Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 2 della stessa norma.

Tabella 44.14 - Diametri e spessori dei tubi in PE

Diametro	Diametro esterno medio		Pressioni nominali				
	min	max	2,5	4	6	10	16
10	10,0	10,3	-	-	-	-	2,0
12	12,0	12,3	-	-	-	-	2,0
16	16,0	16,3	-	-	-	2,0	2,3
20	20,0	20,3	-	-	-	2,0	2,8
25	25,0	25,3	-	-	2,0	2,3	3,5
32	32,0	32,3	-	-	2,0	3,0	4,5
40	40,0	40,4	-	2,0	2,3	3,7	5,6
50	50,0	50,5	-	2,0	2,0	3,7	5,6
63	63,0	63,6	2,0	2,5	3,6	5,8	8,7
75	75,0	75,7	2,0	2,9	4,3	6,9	10,4
90	90,0	90,9	2,2	3,5	5,1	8,2	12,5
110	110,0	110,0	2,7	4,3	6,3	10,0	15,2
125	125,0	126,2	3,1	4,9	7,1	11,4	17,3
140	140,0	141,3	3,5	5,4	8,0	12,8	19,4
160	160,0	161,5	3,9	6,2	9,1	14,6	22,1
180	180,0	181,7	4,4	7,0	10,2	16,4	24,9
200	200,0	201,8	4,9	7,7	11,4	18,2	27,6
225	225,0	227,1	5,5	8,7	12,8	20,5	31,1
250	250,0	252,3	6,1	9,7	14,2	22,8	34,5
280	280,0	282,6	6,9	10,8	15,9	25,5	-
315	315,0	317,9	7,7	12,2	17,9	28,7	-
355	355,0	358,2	8,7	13,7	20,1	32,3	-
400	400,0	403,6	9,8	15,4	22,7	36,4	-
450	450,0	454,1	11,0	17,4	25,5	41,0	-
500	500,0	504,5	12,2	19,3	28,3	-	-

Marcatura

Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio.

In caso di stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.

La marcatura minima dovrà riportare (**UNI EN 12201-2**):

- numero della norma **UNI EN 12201**;
- identificazione del fabbricante (nome e simbolo);
- dimensioni ($d_n \cdot e_n$);
- serie SDR;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- classe di pressione in bar;
- periodo di produzione (data o codice).

Norme di riferimento

UNI EN 12201-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Generalità;

UNI EN 12201-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi;

UNI EN 12201-3 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Raccordi;

UNI EN 12201-4 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Valvole;

UNI EN 12201-5 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;

UNI CEN/TS 12201-7 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità;

UNI ISO/TR 7474 – Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PEad). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi;

UNI EN 12106 – Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo applicazione di schiacciamento;

UNI EN 12119 – Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici.

14.6 Installazione di tubi in PVC-U, in polietilene PE e in polipropilene PP

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali.

Le tubazioni dovranno essere installate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni e alle contrazioni.

Giunzioni ad anello elastomerico

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici, al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni.

Se gli anelli elastomerici non sono già posizionati nel tubo, al momento dell'installazione della tubazione e prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed, eventualmente, alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore.

Nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà effettuare lo smusso del codolo.

I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni.

Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nella applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento. Sopra il suolo, invece, dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

Giunzioni ad incollaggio

Per la giunzione delle tubazioni mediante incollaggio dovranno essere seguite le istruzioni del fornitore e le seguenti:

- nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare alle estremità e si dovrà effettuare lo smusso del codolo;
- assicurarsi che le superfici da giuntare siano pulite e asciutte;
- applicare l'adesivo in modo uniforme e in direzione longitudinale;
- procedere, nei tempi specificati dal fornitore, alla giunzione delle estremità;
- rimuovere i residui di adesivo;
- lasciare asciugare per almeno cinque minuti;
- non sottoporre la tubazione alla pressione interna prima di quanto indicato dal fornitore.

Giunzioni per saldatura

Prima di procedere alla saldatura, si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di testa siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.

La saldatura dovrà essere effettuata, seguendo le istruzioni del fabbricante, da personale adeguatamente formato e utilizzando idonee apparecchiature.

In ogni caso, le giunzioni e le curvature delle tubazioni in PVC-U non dovranno mai essere realizzate per saldatura o comunque per mezzo del calore.

14.7 Tubi in rame

Impieghi

I tubi in rame devono rispondere alla norma **UNI EN 1057**, che stabilisce i requisiti, il campionamento, i metodi di prova e le condizioni di fornitura per tubi rotondi di rame senza saldatura. È applicabile ai tubi aventi un diametro esterno compreso fra i 6 mm fino a e i 267 mm inclusi, utilizzabili per:

- reti di distribuzione per acqua calda ed acqua fredda;
- sistemi di riscaldamento ad acqua calda, compresi i sistemi di riscaldamento a pannelli (sotto pavimento, a parete e da soffitto);
- distribuzione del gas domestico e del combustibile liquido;
- scarichi di acqua sanitaria.

La norma è applicabile anche a tubi rotondi di rame senza saldatura destinati ad essere pre-isolati prima del loro uso per ciascuno degli scopi di cui sopra.

Il tubo di rame deve essere fabbricato secondo i requisiti della norma **UNI EN 1057**, deve rispondere ai requisiti del D.P.R. n. 1095/1968, alla direttiva europea 98/83/CE, al D.L. n. 31 del 2 febbraio 2001, e deve essere conforme al D.M. n. 174/2004.

Per gli impianti di riscaldamento e raffrescamento a superficie radiante, il tubo di rame deve rispondere perfettamente ai requisiti della norma **UNI EN 1264**, composta da quattro parti.

In applicazioni gas, la tubazione deve rispondere alle caratteristiche dimensionali della norma **UNI CIG 7129** (varie parti). Il prodotto deve, inoltre, rispondere alle caratteristiche dimensionali indicate nella norma **UNI CIG 7129**, paragrafo 3.2.1.2, prospetto 2, e alle caratteristiche tecniche prescritte nella norma **UNI CIG 7129**, paragrafo 3.3.4.2.

Guaina isolante

La guaina isolante di rivestimento del tubo deve avere le seguenti caratteristiche:

- rivestimento in resina speciale di PVC stabilizzato o PE, secondo l'uso specifico del tubo;
- sezione stellare dell'isolante;
- spessore minimo del rivestimento di 1,5 mm;
- elevata resistenza ad agenti chimici esterni;
- temperatura di esercizio – 30°C / 95°C;
- marcatura ad inchiostro ogni metro di tubazione;
- elevate caratteristiche meccaniche e dimensionali;

Tolleranze

Le tolleranze del diametro esterno deve rispettare i limiti previsti dal prospetto 4 della norma **UNI EN 1057**.

Le tolleranze dello spessore di parete, espresse in percentuale, sono indicate nel prospetto 5 della citata norma.

Condizioni dello stato superficiale

Le superfici esterne e interne dei tubi di rame devono essere pulite e lisce. Il direttore dei lavori dovrà accertarsi che la superficie interna non contenga pellicole nocive, né presenti un livello di carbonio sufficientemente elevato da consentire la formazione di tali pellicole durante la posa in opera.

Prove di curvatura, allargamento e bordatura

Prima della posa in opera, il direttore dei lavori dovrà fare eseguire le prove di curvatura, allargamento e bordatura in relazione al diametro del tubo, come previsto dal prospetto 7 della norma **UNI EN 1057**.

La prova di allargamento deve essere eseguita in conformità alle disposizioni della norma **UNI EN ISO 8493**.

Verifica di qualità

L'appaltatore dovrà fornire i risultati delle prove di qualità fatte eseguire dal produttore con riferimento al prospetto 8 della norma **UNI EN 1057**.

Marcatura

La norma **UNI EN 1057** prescrive che i tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 10 mm, fino a 54 mm compresi, devono essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, riportando almeno le seguenti indicazioni:

- norma **UNI EN 1057**;
- dimensioni nominali della sezione: diametro esterno per spessore di parete;
- identificazione dello stato metallurgico mediante l'apposito simbolo;
- marchio di identificazione del produttore;
- data di produzione.

I tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 6 mm fino a 10 mm escluso, oppure di diametro maggiore di 54 mm, devono essere marcati analogamente, in modo leggibile, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

Diametri dei tubi

Le dimensioni dei diametri dei tubi devono essere conformi alla norma **UNI EN 1057**.

Il rivestimento in PVC è inodore, atossico e realizzato senza l'impiego di CFC, ed è idoneo per essere utilizzato in impianti con temperature di esercizio che vanno da - 80°C a +100°C.

Tabella 44.15 - Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame (UNI EN 1057)

Diametro esterno	Scostamenti limite
	Diametro medio
6-18	± 0,04
18-28	± 0,05
28-54	± 0,06
54-76,1	± 0,07
76,1-88,9	± 0,07
88,9-108	± 0,07
108-159	± 0,2
159-267	± 0,6

Tabella 44.16 - Tubazioni in rame serie leggera

Diametro esterno	Spessore	Massa lineica
[mm]	[mm]	[kg/m]
6	0,75	0,110
8	0,75	0,152
10	0,75	0,194
12	0,75	0,238
14	0,75	0,278
15	0,75	0,299
16	0,75	0,320
18	0,75	0,362
22	1	0,587
28	1	0,755
35	1,2	1,134
42	1,2	1,369
54	1,5	2,202
64	2	3,467
76,1	2	4,143
88,9	2	4,859
108	2,5	7,374

Tabella 44.17 - Tubazioni in rame serie pesante

Diametro esterno	Spessore	Massa lineica
[mm]	[mm]	[kg/m]
6	1	0,140
8	1	0,198
10	1	0,252
12	1	0,308
14	1	0,363
15	1	0,391
16	1	0,419
18	1	0,475
22	1,5	0,859
28	1,5	1,111
35	1,5	1,405
42	1,5	1,699
54	1,2	2,908
76,1	2,5	5,144

88,9	2,5	6,039
108	3	8,807

Tabella 44.18 - Valori di tolleranza sugli spessori dei tubi in rame

Diametro nominale	Spessore						
	0,75	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3
6	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
8	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
10	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
12	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
14	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
14	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
15	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
16	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
18	± 0,11	± 0,15	-	-	-	-	-
22	± 0,11	± 0,15	-	± 0,21	-	-	-
28	-	-	-	± 0,21	-	-	-
35	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-
42	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-
54	-	-	-	± 0,25	± 0,32	-	-
64	-	-	-	-	± 0,32	-	-
76,1	-	-	-	-	± 0,32	± 0,40	-
88,9	-	-	-	-	± 0,32	± 0,40	-
108	-	-	-	-	-	± 0,40	± 0,50

Norme di riferimento

UNI EN 1057 – Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento;

UNI EN ISO 8493 – Materiali metallici. Tubi. Prova di espansione con mandrino;

UNI EN 1254-1 – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare;

UNI EN 1254-2 – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione;

UNI EN 1254-3 – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di plastica con terminali a compressione;

UNI EN 1254-4 – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi combinanti altri terminali di connessione con terminali di tipo capillare o a compressione;

UNI EN 1254-5 – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali corti per brasatura capillare;

UNI EN 12449 – Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per usi generali;

UNI EN 12451 – Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per scambiatori di calore.

UNI EN 13348 – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per gas medicali o per vuoto.

UNI EN 12735-1 – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione. Tubi per sistemi di tubazioni;

UNI EN 12735-2 – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione. Tubi per apparecchiature.

14.8 Tubi e raccordi in ghisa sferoidale

I tubi e i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 545** presentano i seguenti diametri nominali (DN): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno devono rispettare, secondo il tipo, le norme **UNI 9163** e **UNI 9164**.

Per le tolleranze di ovalizzazione relative alle estremità lisce dei tubi e dei raccordi, la norma **UNI EN 545** prescrive:

- di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i tubi aventi DN 40÷200;

- una tolleranza ≤ 1% per tubi aventi DN 250÷600 e ≤ 2% per tubi aventi DN > 600.

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della norma **UNI EN 545**, con i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:

- lunghezza unificata 8,15 m = ± 150 mm;

- altre lunghezze unificate = ± 100 mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la norma **UNI EN 545** (prospetto 6) sono:

- tubi con bicchiere ed estremità liscia: ± 30 mm;

- raccordi con giunti a bicchiere: ± 20 mm;

- tubi e raccordi per giunti a flangia: ± 10 mm.

La lunghezza utile del tubo è quella del tubo escluso il bicchiere.

Per i tubi e i raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale (DN). Le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della norma **UNI EN 545**.

Norme di riferimento

UNI EN 545 – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Requisiti e metodi di prova;

UNI EN 598 – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura. Requisiti e metodi di prova;

UNI 9163 – Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;

UNI 9164 – Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico a serraggio meccanico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;

UNI EN 12729 – Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile. Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta, famiglia B, tipo A.

Rivestimento interno

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'interno e all'esterno. I tubi, dopo la centrifugazione, saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all'interno con malta e, infine, ricoperti all'esterno con vernici bituminose.

Per le condotte d'acqua il rivestimento interno, secondo la norma **UNI EN 545**, può essere realizzato con malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano e vernice bituminosa.

Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività chimica dei terreni.

I rivestimenti esterni dei tubi, secondo la norma **UNI EN 545**, devono essere costituiti da zinco con uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. La direzione dei lavori si riserva di accettare tubi con rivestimenti esterni in nastri adesivi, malta di cemento con fibre, poliuretano, polipropilene estruso, polietilene estruso e rivestimento con manicotto di polietilene.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 14628 – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di polietilene per tubi. Requisiti e metodi di prova;

UNI EN 15189 – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi. Requisiti e metodi di prova;

UNI EN 15542 – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi. Requisiti e metodi di prova

Protezione esterna in polietilene

Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evitando in particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.

Il manicotto in polietilene (**UNI EN 14628**) deve essere applicato perfettamente sulla condotta con opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore del tubo, al fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'impiego di manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo. Quelli con strappi più grandi, invece, devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado di ricoprire tutta la zona danneggiata.

Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la continuità totale della protezione

Raccordi

I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme **UNI EN 598** e/o **UNI EN 545**.

I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria, ad una pressione di 1 bar, oppure ad altra prova di tenuta equivalente (**UNI EN 598**).

Devono inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo anelli in gomma oppure a flangia.

Requisiti di accettazione

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte, non devono presentare alcun difetto o aver subito durante la movimentazione danneggiamenti che possano nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione e che non nuocano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere accettati, previa riparazione e benessere del committente. La riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

Valvole

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norme **UNI EN 1074 -1** e **UNI EN 1074-2**.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma **UNI EN 12729**.

Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 4126-1**.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità, completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 1074-1 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Requisiti generali;

UNI EN 1074-2 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di intercettazione;

UNI EN 1074-2 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 2: Valvole di intercettazione;

UNI EN 1074-3 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica idonee. Valvole di ritegno;

UNI EN 1074-4 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Sfiati d'aria;

UNI EN 1074-5 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di regolazione;

UNI EN 1074-6 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di idoneità all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 6: Idranti;

UNI EN ISO 4126-1 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 1: Valvole di sicurezza;

UNI EN ISO 4126-2 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Dispositivi di sicurezza a disco di rottura;

UNI EN ISO 4126-3 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 3: Valvole di sicurezza in combinazione con dispositivi di sicurezza a disco di rottura;

UNI EN ISO 4126-4 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 4: Valvole di sicurezza comandate da pilota;

UNI EN ISO 4126-5 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 5: Sistemi di sicurezza controllati (CSPRS);

UNI EN ISO 4126-6 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 6: Applicazione, selezione e installazione dei dispositivi di sicurezza a disco di rottura;

UNI EN ISO 4126-7 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 7: Dati comuni.

Marcatura dei tubi e dei raccordi

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona centrale dei manufatti, e dovrà comprendere:

– indicazioni che devono essere ottenute direttamente nella fusione del getto:

- designazione GS;
- numero di matricola;
- classificazione delle flange secondo la PN (eventuale);
- marchio di fabbrica del produttore;
- anno di fabbricazione;
- diametro nominale (DN);

– indicazioni che possono essere applicate con qualsiasi metodo (pitturazione) o sull'imballaggio:

- norma UNI di riferimento;
- certificazione rilasciata da terzi (eventuale);
- designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).

14.9 Tubi multistrato

I tubi multistrato devono avere l'anima di alluminio saldato a sovrapposizione in senso longitudinale, in cui sono coestrusi all'interno e all'esterno due strati di polietilene (PE). Tutti gli strati sono uniti tra loro in modo durevole per mezzo di uno strato adesivo intermedio.

I raccordi devono essere conformi al D.M. n. 174 del 6 aprile 2004.

Norme di riferimento

UNI 10876 – *Alluminio e leghe di alluminio. Tubi multistrato di alluminio saldato e polietilene per adduzione fluidi.*

UNI 10954-1 – *Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Parte 1: Tubi;*

UNI 10954-2 – *Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Raccordi.*

Capitolo 4 NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Art. 15. Rilievi, tracciati e capisaldi

15.1 Rilievi

L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo planimetrico dello stato di fatto da parte e a spese dell'esecutore, e in contraddittorio con la direzione dei lavori.

Il rilievo è necessario per la quantificazione delle opere di scavo a sezione obbligata o di sbancamento e di movimento terra in generale.

15.2 Tracciati

L'esecuzione delle opere di fondazione deve essere preceduta dal tracciamento sul terreno delle strutture portanti alla quota indicata dal progetto esecutivo.

15.3

Capisaldi di livellazione

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto esecutivo, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nell'esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.

L'appaltatore è responsabile della conservazione dei capisaldi, che non può rimuovere senza preventiva autorizzazione del direttore dei lavori.

Per tutte le operazioni di livellazione, limitatamente a quanto non indicato espressamente nel presente capitolato, vige l'obbligo di riferirsi al testo intitolato *Guida alla progettazione e all'esecuzione delle livellazioni geometriche* della Commissione geodetica italiana (IGM, 1974), che viene a far parte del presente capitolato speciale d'appalto.

Il percorso della livellazione dovrà sempre consentire il controllo delle misure. Se la livellazione ha come scopo la determinazione di quote, la linea da istituire dovrà essere collegata ad uno o più capisaldi preesistenti. In tal caso, dovrà essere verificato che i dislivelli sui tratti contigui al caposaldo considerato siano rimasti invariati. La scelta del caposaldo da utilizzarsi deve essere comunque autorizzata dalla direzione dei lavori. La fase di segnalizzazione dei capisaldi e quella di misura devono essere separate da un adeguato intervallo di tempo, per consentire ai capisaldi di assumere un assetto stabile.

15.4 Strumentazione

Per tutti i lavori topografici dovranno essere utilizzati teodoliti con approssimazione angolare al secondo centesimale, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a $5 \text{ mm} \pm 10 E - 6 \cdot D$ (con D espressa in km). In alternativa, è possibile utilizzare la total station con prestazioni analoghe.

Per quanto riguarda le quote, si dovranno utilizzare dei livelli di precisione (autolivelli).

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento.

Art. 16. Programma esecutivo dei lavori

Entro (.....) giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque giorni prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dalla data di ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata, il programma si intenderà accettato, fatte salve evidenti illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

Art. 17. Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori

17.1

Impianto del cantiere

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di (.....) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

17.2

Vigilanza del cantiere

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia sia diurna che notturna del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, del committente, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.

Ai sensi dell'art. 22 della legge 13 settembre 1982 n. 646, la custodia dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.

In caso di inosservanza, si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione e il collaudo provvisorio dei lavori, salvo l'anticipata consegna delle opere alla stazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono, altresì, a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri, sempre che l'appaltatore non richieda e ottenga di essere sciolto dal contratto.

17.3

Locale ufficio di direzione dei lavori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza e al lavoro di ufficio della direzione dei lavori.

Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e antintrusione, climatizzato, nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, ecc).

I locali saranno realizzati nel cantiere od in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione.

Il locale deve essere idoneamente allacciato alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

17.4

Ordine dell'esecuzione dei lavori

In linea generale, l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della direzione dei lavori, ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della stazione appaltante.

Questa, ad ogni modo, si riserva il diritto di stabilire la precedenza o il differimento di un determinato tipo di lavoro, o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso, la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

17.5

Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori, per periodi quindicinali, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito specificato:

- numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascuno dei 15 giorni, con le relative ore lavorative;
- genere di lavoro eseguito nei 15 giorni in cui non si è lavorato e cause relative.

Dette notizie devono pervenire alla direzione dei lavori non oltre il mercoledì immediatamente successivo al termine dei 15 giorni, stabilendosi una penale di 25,82 euro per ogni giorno di ritardo.

17.6

Cartelli indicatori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, nel sito o nei siti indicati dalla direzione dei lavori, entro cinque giorni dalla data di consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di 1 m · 2 m, recheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate, con le eventuali modifiche e integrazioni necessarie per adattarle ai casi specifici.

Nello spazio per l'aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa e i nuovi tempi.

Tanto i cartelli quanto le armature di sostegno, devono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza meccanica, resistenti agli agenti atmosferici, di decoroso aspetto, e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo tecnico-amministrativo dei lavori.

Per la mancanza o il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'appaltatore una penale di euro (.....). Sarà, inoltre, applicata una penale giornaliera di euro (.....) dal giorno della constatata inadempienza fino a quello dell'apposizione o riparazione del cartello mancante o deteriorato. L'importo delle penali sarà addebitato sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'inadempienza.

17.7

Oneri per le pratiche amministrative

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelementi, trasporti speciali, nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione, nonché il risarcimento degli eventuali danni.

17.8 Osservanza di leggi e norme tecniche

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e, per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni e i regolamenti appresso richiamati.

TESTO UNICO EDILIZIA

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.

NORME TECNICHE STRUTTURALI

Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;

Legge 2 febbraio 1974, n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049 – Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;

D.M. 20 novembre 1987 – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;

D.M. 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

C.M. 24 settembre 1988, n. 30483 – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;

C.M. 4 gennaio 1989, n. 30787 – Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento;

C.M. 16 marzo 1989, n. 31104 – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;

D.M. 9 gennaio 1996 – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;

D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;

D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;

C.M. 4 luglio 1996, n. 156AA.GG./STC – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C. – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 9 gennaio 1996;

C.M. 29 ottobre 1996 – Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettonici di valore storico-artistico in zona sismica;

C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC – Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione;

Ord.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

D.M. 17 gennaio 2018 – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;

C.M. 21 gennaio 2019, n. 7 – Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

PRODOTTI DA COSTRUZIONE

D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 – Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;

D.M. 9 maggio 2003, n. 156 – Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Isolanti termici per edilizia»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Accessori per serramenti»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi per il controllo di fumo e calore»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità delle «Installazioni fisse antincendio»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Sistemi a polvere»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per gli «Impianti fissi antincendio. Componenti per sistemi a CO₂»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per i «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Componenti di impianti di estinzione a gas»;

D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;

D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;

D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.

PREVENZIONE INCENDI

D.M. 15 settembre 2005 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;

D.M. 16 febbraio 2007 – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;

D.M. 9 marzo 2007 – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.

IMPIANTI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI

Legge 5 marzo 1990, n. 46 – Norme per la sicurezza degli impianti;

D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

C.M. 27 febbraio 2007, n. 11411 – Utilizzazione di raccordi a pressare in reti di adduzione di gas negli edifici civili.

RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA

D.M. 27 luglio 2005 – Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;

D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 – Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 – Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo n. 192 del 2005, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;

D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59 - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

BARRIERE ARCHITETTONICHE

Legge 9 gennaio 1989, n. 13 – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

D.M. 14 giugno 1989, n. 236 – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;

D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503 – Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici.

ESPROPRIAZIONE PER PUBBLICA UTILITÀ

D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327 – Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni per pubblica utilità.

RIFIUTI E AMBIENTE

D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 – Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/Ce sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio;

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

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in materia ambientale;

Legge 28 gennaio 2009, n. 2 – Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.

ACQUE

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO

D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

NUOVO CODICE DELLA STRADA

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 – Nuovo codice della strada.

Legge 20 marzo 1865, n. 2248 – Legge sui lavori pubblici (Allegato F);

d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 – Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»;

D.M. 19 aprile 2000, n. 145 – Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni;

Legge 21 dicembre 2001, n. 443 – Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;

Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 - Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.

DECRETO 7 marzo 2018, n. 49 Regolamento recante: «Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione».

SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Art. 18. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori, inoltre, raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede dei prodotti), nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o dell'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

In riferimento al comma precedente, l'esecutore è obbligato a trasmettere al direttore dei lavori le istruzioni e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli impianti tecnologici installati.

Capitolo 5 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

Art. 19. Demolizioni

19.1 Interventi preliminari

L'appaltatore deve assicurarsi, prima dell'inizio delle demolizioni, dell'interruzione di approvvigionamenti idrici, gas, e allacci di fognature, nonché dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto, in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

19.2 Sbarramento della zona di demolizione

Nella zona sottostante la demolizione devono essere vietati la sosta e il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento e il trasporto del materiale accumulato devono essere consentiti soltanto dopo che è stato sospeso lo scarico dall'alto.

19.3 Idoneità delle opere provvisorie

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza, e devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisori impiegate dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione, è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.

In relazione al risultato di tale verifica, devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli imprevisti o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

19.4 Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto, e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

19.5 Allontanamento e/o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica autorizzata. Diversamente, l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato, dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate, ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

19.6 Proprietà degli oggetti ritrovati

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenivano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà, pertanto, consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nell'esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori, e non può demolirli né

alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà, altresì, darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

19.7 Proprietà dei materiali da demolizione

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante. Quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora, in particolare, i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli. In tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, ecc.

19.8 Demolizione per rovesciamento

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 m può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione, in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.

Devono, inoltre, essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro, quali la trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere, e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata. La successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 m, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

In ogni caso, deve essere vitato che, per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi, possano sorgere danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti o derivare pericoli per i lavoratori addetti.

Art. 20. Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale

20.1 Generalità

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

20.2 Ricognizione

L'appaltatore, prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

20.3 Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata, per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori, non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

20.4 Riferimento ai disegni di progetto esecutivo

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

20.5 Splatemento e sbancamento

Nei lavori di splatemento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scossoni, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

20.6 Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo, con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni, e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

20.7 Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo ad opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente ad un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm, inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

Pompe di aggettamento

Le pompe di aggettamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e, in generale, per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggettamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, e per il loro impiego verrà

riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di asperazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni, di diametro e di lunghezza adeguata, dovranno scaricare e smaltire le acque di aggettamento con accorgimenti atti ad evitare interrimenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino ad una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove *in situ*.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti, ove possibile, senza creare ad immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisori per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

20.8 Impiego di esplosivi

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

20.9 Deposito di materiali in prossimità degli scavi

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.

20.10 Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione. Deve, inoltre, vietarsi, anche dopo la bonifica – se siano da temere emanazioni di gas pericolosi – l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

20.11 Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo, altresì, tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltretutto, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Fanno, comunque, carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

20.12 Manutenzione degli scavi

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire.

Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

Art. 21. Scavi archeologici

Gli scavi archeologici che dovranno comunque essere eseguiti a mano, si differenziano in base al tipo di terreno, alla giacitura delle strutture emergenti o sepolte, alle caratteristiche dei reperti, alla variabilità delle sezioni di scavo, ai diversi gradi di accuratezza della vagliatura delle terre e della cernita dei materiali, alla successiva pulizia, sistemazione e cartellinatura di quanto trovato in cassette e contenitori idonei. Sarà a totale carico dell'appaltatore l'assistenza all'eventuale preventiva quadratura dell'area di scavo, la pulizia dei cigli e dei testimoni, l'apposizione dei riferimenti topografici, la cartellinatura dei riferimenti stratigrafici.

Gli scavi si potranno effettuare solo dopo aver delimitato con precisione tutta l'area di cantiere ed avere ottenuto tutte le autorizzazioni degli organi competenti per tutela dei beni oggetto dello scavo e solo sotto la diretta sorveglianza del personale preposto. Gli scavi saranno eseguiti a mano, con la massima cura ed attenzione, da personale specializzato ed opportunamente attrezzato. Gli scavi andranno distinti in base al tipo di terreno alla tipologia e alla posizione delle strutture emergenti o sepolte, alla variabilità delle sezioni di scavo, alle caratteristiche dei manufatti e dei reperti. Si dovranno anche effettuare, se richiesto, lavorazioni con differente grado di accuratezza sia nella vagliatura delle terre che nella cernita e selezione dei materiali, nella pulitura, con successiva allocazione e cartellinatura dei reperti in appositi contenitori e/o cassette. Saranno a carico dell'appaltatore la preventiva quadratura dell'area di scavo, l'apposizione dei riferimenti topografici, la cartellinatura, il ricovero e la custodia dei materiali in locali appositamente attrezzati.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessate dagli scavi.

Art. 22. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo, e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

Art. 23. Eventuale riparazione di sottoservizi

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

Art. 24. Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese, poi, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Art. 25. Ponteggi

Generalità – Tutti i ponteggi, le sbatacchiature, le tamponature, le murature di rinforzo, i puntelli a sostegno ed a ritegno e le altre opere necessarie alla conservazione, anche provvisoria, del manufatto ed alla sicurezza ed incolumità degli addetti ai lavori, saranno eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza della buona tecnica costruttiva ed ubicati secondo quanto richiesto dalla D.L.

Ponteggi ed impalcature – Per i lavori da eseguire ad un'altezza superiore ai 2 metri dovranno essere adottate adeguate impalcature, ponteggi ed altre opere provvisorie atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone o di cose secondo quanto disposto dal D.P.R. 07 gennaio 1956, n. 164 e conformemente al D.L. 19 settembre 1994, n. 626 ed al D.L. 14 agosto 1996, n. 494.

L'appaltatore avrà l'obbligo di affidare ad un responsabile di cantiere la sorveglianza dei lavori di montaggio e smontaggio ed il periodico controllo delle strutture dei ponteggi.

Per ponteggi superiori a m 20, di notevole complessità o fuori dagli schemi-tipo (come indicati nella autorizzazione) discende l'obbligo della stesura di una specifica verifica, di calcolo e della redazione del disegno esecutivo, redatti e firmati da un ingegnere o da un architetto abilitato all'esercizio della professione (art. 32 D.P.R. 164). Quando si è all'interno degli schemi-tipo la firma e le generalità possono essere quelle del responsabile di cantiere. In questo caso, oltre alla prima documentazione va tenuta in cantiere anche questa seconda documentazione.

Il calcolo dei ponteggi va redatto attenendosi alle istruzioni approvate nella autorizzazione ministeriale. Poiché nella valutazione delle ipotesi di carico la considerazione circa il sovraccarico dovuto a neve e a vento si fonda su schemi esemplificativi, anche nel caso di ponteggi inferiori a m 20 è necessario effettuare un apposito calcolo, qualora per l'esposizione e l'altitudine della località debbano ricorrere condizioni particolarmente severe di vento e neve (circ. gennaio 1969).

È consentito montare sul ponteggio tabelloni pubblicitari, graticciati, teloni, reti o altre schermature, solo a condizione che siano prese le necessarie cautele costruttive (aumento degli ancoraggi, diagonalità), sulla base di un calcolo firmato, in relazione all'azione del vento presumibile per la zona dove il ponteggio è installato (circ. 149/85 e norme CNR-UNI 10012/67 p. 3-4).

Ad intervalli periodici o dopo violente perturbazioni atmosferiche il ponteggio va revisionato sotto il diretto controllo del responsabile di cantiere (art. 37 D.P.R. 164).

L'appaltatore, inoltre, dovrà fare rispettare le seguenti prescrizioni:

a) Ponteggi in legno:

- sopra i ponti di servizio e sulle impalcature sarà vietato il deposito di qualsiasi attrezzo o materiale con la sola eccezione per quelli di pronto utilizzo;

- i montanti, costituiti da elementi, accoppiati, dovranno essere fasciati con reggette metalliche (acciaio dolce) fissate con chiodi o con ganasce (traversine in legno).

Gli elementi dei montanti dovranno essere sfalsati di almeno un ml.

- l'altezza dei montanti dovrà superare di almeno ml 1,20 l'ultimo piano del ponte o il piano di gronda e la distanza fra i montanti non sarà superiore ai ml 3,60:

- l'intera struttura dovrà risultare perfettamente verticale o leggermente inclinata verso la costruzione, assicurata solidamente alla base dei montanti ed ancorata alla costruzione in corrispondenza di ogni due piani di ponte e di ogni due file di montanti;

- i correnti (elementi orizzontali di tenuta), collocati a distanza non superiore a due ml, dovranno poggiare su "gattelli" di legno ed essere fissati ai montanti mediante piattine di acciaio dolce e chiodi forgiati o apposite squadre in ferro (aggancia ponti);

- la distanza fra due traversi consecutivi (poggiati sui correnti e disposti perpendicolarmente alla muratura) non sarà superiore a ml 1,20;

- gli intavolati da utilizzare per piani di ponte, impalcati, passerelle ed andatoie dovranno essere costituite da elementi prefabbricati costituiti da materiali metallici o da legname sano, privo di nodi passanti o fessurazioni, aventi fibre con andamento parallelo al loro asse longitudinale e dimensioni adeguate al carico (non inferiore a 4 cm di spessore e 20 cm di larghezza).

Gli intavolati dovranno poggiare su almeno quattro traversi senza parti a sbalzo, essere posti a contatto con i montanti ed essere distaccati dalla costruzione non più di 20 cm.

- i parapetti saranno costituiti da una o più tavole il cui margine superiore sarà collocato nella parte interna dei montanti a non meno di metri 1 dal tavolato;

- le tavole fermapiede, da collocare in aderenza al piano di calpestio, avranno un'altezza di almeno 20 cm.

b) Ponteggi metallici:

- l'appaltatore impiegherà strutture metalliche munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che avrà l'obbligo di tenere in cantiere.

Le strutture saranno realizzate secondo i disegni, i calcoli e le disposizioni previste dall'art. 14 del D.P.R. 07.01.56 n. 164;

- le aste del ponteggio dovranno essere costituite da profilati o da tubi privi di saldature e con superficie terminale ad angolo retto con l'asse dell'asta;

- l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base metallica, a superficie piana, di area non minore a 18 volte l'area del poligono circoscritto alla sezione del montante stesso e di spessore tale da resistere senza deformazioni al carico.

La piastra dovrà avere un dispositivo di collegamento col montante atto a centrare il carico su di essa e tale da non produrre movimenti flettenti sul montante:

- i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, ogni controvento dovrà essere atto a resistere sia agli sforzi di trazione che di compressione;

- i giunti metallici dovranno avere caratteristiche di resistenza adeguata a quelle delle aste collegate e dovranno assicurare una notevole resistenza allo scorrimento;

- i montanti di una stessa fila dovranno essere posti ad una distanza non superiore a m 1,80 da asse ad asse;

- per ogni piano di ponte dovranno essere utilizzati due correnti di cui uno può far parte del parapetto;

- gli intavolati lignei andranno realizzati come prescritto per i ponteggi in legno.

c) Ponteggi metallici autosollevanti

Per l'impiego di dette attrezzature, consistenti in uno o più telai di base sui quali insistono strutture verticali costituite da tronconi reticolari collegati solidamente aventi funzioni di sostegno e guida nei movimenti di salita e discesa, movimenti realizzati attraverso accoppiamenti pignone-cremagliera dell'impalcato costituente il piano di lavoro, è fatto obbligo ai fabbricanti, ai sensi dell'art. 30 del citato D.P.R., di munirsi di autorizzazione rilasciata in via esclusiva dal Ministero del Lavoro, previo esame delle relazioni tecniche allegate alla richiesta di autorizzazione. Conseguentemente, qualsiasi altra procedura di controllo, ancorché espletata da amministrazioni o istituti pubblici, deve ritenersi illegittima.

Questa attrezzatura viene generalmente impiegata per lavori di rifinitura, intonacatura e ristrutturazione di facciate di edifici e ambienti ordinari. Le caratteristiche costruttive, il funzionamento e l'impiego devono essere sottoposti sia all'omologazione per il rilascio di libretto e targhetta, che a successive verifiche periodiche. La normativa vigente assimila i ponteggi autosollevanti ai ponteggi metallici fissi, disciplinandoli con il capo V del D.P.R. 164, di conseguenza, per il loro utilizzo è necessaria l'autorizzazione ministeriale, da richiedere per ciascun tipo di ponteggio (art. 30 D.P.R. 164). L'autorizzazione ministeriale, corredata da istruzioni, schemi e disegni esecutivi, deve essere tenuta in cantiere a disposizione degli organi di vigilanza. (art. 34 D.P.R. 164 – Circolare del Ministero del Lavoro 39/80 del 15.5.1980 "Attrezzature di cui al capo V del D.P.R. 164/56" – Circolare del Ministero del Lavoro 97/87 del 1.9.1987 "Relazioni tecniche per i ponteggi a piani di lavoro autosollevanti. Istruzioni per la compilazione").

Sotto il profilo della sicurezza questo tipo di attrezzatura rientra nel normale insieme di controlli legati alla vigilanza antinfortunistica da parte dei tecnici degli organi preposti, USSL e Ispettorato del Lavoro. Le principali misure di sicurezza cui riferirsi per i ponteggi metallici autosollevanti fanno capo al D.P.R. 164 in riguardo alle circolari 39/80 e 97/87 e al D.P.R. 547, in riguardo, per la parte elettrica, alle Norme C.E.I.

d) Parapetti

A livello strutturale e dimensionale il parapetto, realizzabile in forme e modi diversi, è una protezione verso il vuoto che serve ad impedire la caduta dall'alto. In senso generale, per parapetto si intende una barriera verticale eretta lungo i bordi esposti di una apertura nel suolo o nelle pareti, di un ripiano o di una piattaforma, avente lo scopo di impedire la caduta di persone. Viene definito "normale" un parapetto che:

- sia costruito con materiale rigido e resistente in buono stato di conservazione

- abbia una altezza utile di almeno m 1

- sia costituito da almeno due correnti, di cui quello intermedio posto a circa metà distanza fra quello superiore ed inferiore

- sia costruito e fissato in modo da poter resistere, nell'insieme ed in ogni sua parte, tenuto conto delle condizioni ambientali e della sua specifica funzione (art. 26 D.P.R. 547).

Viene definito parapetto "normale con arresto al piede" quello dotato di fascia continua poggiante sul piano di calpestio ed alta almeno cm 20. Scopo di questa fascia è quello di impedire la caduta di oggetti nel piano sottostante, nonché di evitare le conseguenze derivanti dall'eventuale slittamento del piede delle persone che transitano nel tratto delimitato dal parapetto. Nei ponteggi i parapetti dovranno essere del tipo con arresto al piede e non deve rimanere mai uno spazio vuoto in senso verticale superiore a cm 60 tra il passamano e la tavola fermapiede. I correnti e la tavola fermapiede vanno sempre applicati dalla parte interna dei montanti o degli appoggi sia quando fanno parte dell'impalcato di un ponteggio che in qualunque altro caso. (art. 24 D.P.R. 164).

È considerata equivalente ad un parapetto qualsiasi altra protezione, quale muro, parete piena di altro materiale, ringhiera, lastra, grigliato, balaustrata e simili, capace di realizzare condizioni di sicurezza contro la caduta verso i lati aperti non inferiori a quelle richieste ed indicate.

e) Andatoie e passerelle

Servono per accedere ai luoghi più diversi del cantiere, per superare dislivelli o vuoti, per approdare a piani di lavoro posti a quote diverse. Come nel caso delle altre opere provvisorie, vanno dimensionate, realizzate e mantenute a regola d'arte.

La norma impone una larghezza non minore a cm 60 quando sono destinate solo al transito dei lavoratori; per passare a m 1.20 nel caso del trasporto materiali.

La pendenza non deve superare il 50% (altezza pari a non più della metà della lunghezza) anche se il rapporto del 25% è assai più raccomandabile ai fini della sicurezza. Se la lunghezza supera i m 6-8 debbono essere interrotte da pianerottoli di riposo. Per impedire scivolamenti sulle tavole che compongono il piano di calpestio, vanno fissati listelli trasversali a distanza di passo d'uomo carico, vale a dire cm 40 circa. Andatoie e passerelle vanno sempre munite verso il vuoto di parapetto normale con tavola fermapiede (art. 29 D.P.R. 164).

f) Ponti su cavalletti

Possono essere utilizzati esclusivamente per lavori da eseguire al suolo o all'interno degli edifici, soprattutto per opere di muratura, intonacatura e simili. Se di altezza inferiore a m 2 è consentito adoperarli senza parapetto. Per altezza si deve intendere quella di possibile caduta e non semplicemente quella del solo cavalletto. L'appaltatore, quindi, sarà tenuto a montare i parapetti anche nei ponti su cavalletti di altezza inferiore a m 2 installati però in prossimità di un dislivello che renda l'altezza della possibile caduta superiore a questa misura.

Sarà tassativamente proibito:

- installarli sugli impalcati del ponteggio;
 - realizzare un ponte con più ponti su cavalletti sovrapposti;
 - far sostenere il peso delle tavole che compongono il piano di lavoro da appoggi di fortuna, quali pile di mattoni, sacchi di materiale, scale a pioli.
- L'appoggio dei cavalletti deve sempre essere garantito da un pavimento o piano solido, compatto e livellato. I piedi dei cavalletti, per conferire maggiore stabilità all'insieme, devono essere irrigiditi con tiranti e diagonali e con quando altro è necessario. Per livellare gli appoggi si deve ricorrere a spessori in legno e non a mattoni o a blocchi di cemento.

La massima distanza consentita fra due cavalletti con tavole da m 4 di cm 30 x 5 è di m 3,60. Per la maggiore sicurezza l'appaltatore dovrà utilizzare in ogni modo un terzo elemento di sostegno centrale; quest'ultimo sarà obbligatorio ove si utilizzino tavole con sezioni inferiori. Senza il terzo cavalletto, infatti, le tavole vengono sollecitate al limite della resistenza.

g) Ponti a sbalzo

Nei casi in cui particolari esigenze non permettano l'impiego di un normale ponteggio con montanti poggiati al suolo, l'appaltatore potrà ricorrere all'uso dei cosiddetti ponti a sbalzo solo a condizione che la loro costruzione risponda a rigorosi criteri tecnici, garantendone la solidità, la stabilità e la sicurezza (art. 25 D.P.R. 164).

Per quelli realizzati in legno l'appaltatore utilizzerà i seguenti criteri costruttivi:

- intavolato compatto con parapetto pieno;
- larghezza non maggiore di cm 1,20;
- traversi di sostegno efficacemente ancorati a parti sicure e stabili dell'edificio, poggiati su strutture resistenti e rigidamente collegati fra loro per impedire qualsivoglia spostamento.

Per le mensole metalliche utilizzerà gli stessi principi di assoluta sicurezza, a condizione che gli elementi fissi portanti risultino applicati alla costruzione con bulloni passanti, trattenuti dalla parte interna da dadi e controdadi su piastra o da una chiavella, oppure con altri dispositivi che offrano piena garanzia di resistenza (art. 26 D.P.R. 164).

Per realizzare questo tipo di ponteggio a sbalzo l'appaltatore dovrà elaborare una specifica relazione di calcolo. L'appaltatore dovrà impedire il transito o lo stazionamento sotto i ponti a sbalzo oppure dovrà proteggerlo con l'adozione di misure o di cautele adeguate come, ad esempio, una robusta mantovana aggettante verso l'esterno all'altezza del solaio di copertura del piano terreno (art. 5 D.P.R. 164)

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare la rispondenza alle vigenti normative, controllando le certificazioni (ove richieste) ed i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto ai piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti. Per quanto concerne lo stato d'uso dei ponteggi, al fine di rilevare eventuali anomalie in grado di influire sulla stabilità complessiva del sistema o compromettere la sicurezza dei lavoratori si farà riferimento alla Circolare del Ministero del Lavoro n. 46/2000 dell' 11 luglio 2000 – Verifiche di sicurezza dei ponteggi metallici fissi di cui all'art. 30 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164. Nella circolare i controlli da eseguire vengono schematizzati in tabelle che riportano l'indicazione degli elementi da controllare, il tipo di verifica, le modalità di verifica, visivo e/o funzionale e infine i provvedimenti necessari a risolvere eventuali problemi riscontrati. Le tabelle della circolare si riferiscono ai "singoli elementi", a "ponteggi con traversi e montanti prefabbricati" e a "ponteggi metallici a tubi e giunti"; la parte finale della circolare fornisce brevi ma chiare indicazioni sulle verifiche da effettuare durante l'uso dei ponteggi metallici fissi.

Art. 26. Opere provvisorie

Puntelli – Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisorio totale o parziale delle masse murarie fatiscenti. Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno.

Per produrre un'azione di sostegno, l'appaltatore, secondo le prescrizioni di progetto, adotterà la disposizione ad asse verticale semplice o doppia, mentre per quella di ritegno affiderà l'appoggio dei due ritti ad un traverso analogo a quello superiore allo scopo di fruire, nel consolidamento provvisorio, del contributo del muro. Nell'azione di ritegno dovrà adottare, in base alla necessità del caso, la disposizione ad asse inclinato o a testa aderente oppure orizzontale o lievemente inclinata.

La scelta del tipo di puntellamento da adottare sarà fatta secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L.

Se la massa presidiata per il degrado causato dal dissesto e per anomalie locali non sarà stimata capace di offrire efficace contrasto all'azione localizzata delle teste, dovranno essere adottate tutte le precauzioni ritenute opportune dalla D.L.

Al piede del puntello sarà necessario creare una sede ampia capace di abbassare quanto più possibile i carichi unitari sul terreno al fine di rendere trascurabili le deformazioni.

Nei puntelli di legname verrà, quindi, disposta una platea costituita sia da travi di base che da correnti longitudinali e trasversali. In quelli di cemento armato verrà adottato un plinto disposto sulla muratura.

Centine – Lo scopo dell'armatura a centina è duplice: attuare un solido sostegno per i materiali fino al compimento dell'opera e fornire l'esatta forma circolare che l'elemento in costruzione dovrà assumere. L'appaltatore, quindi, dovrà provvedere a costruire l'armatura per la realizzazione di un apparecchio murario curvo (arco, volta o cupola) provvedendo a realizzare sia una parte (centina) che, sufficientemente solida, resisterà al peso dei materiali durante l'esecuzione dell'opera, sia un'altra parte (manto o dossale) che, presentando una superficie identica a quella dell'intradosso della struttura in costruzione, sarà adatta a dare la forma più idonea allo specifico oggetto da realizzare.

In relazione alla natura dell'elemento in costruzione, alla sua forma, al sistema adottato per la centinatura, alla corda dell'arco o della volta, e conformemente a quanto richiesto dagli elaborati di progetto o stabilito dalla direzione dei lavori, l'appaltatore dovrà predisporre le armature conformemente ad uno o più dei seguenti sistemi:

- d1 *centine fisse* – l'armatura verrà posizionata sopra dei punti di appoggio collocati nell'intervallo delle spalle o piedritti.
- d2 *centine a sbalzo* – l'armatura verrà posizionata esclusivamente alle imposte sulla muratura dei piedritti; in questo caso le centine potranno essere rigide (quando esistono delle catene o dei tiranti orizzontali) o flessibili (in assenza di catene e di tiranti).
- d3 *centine miste* – nelle quali l'armatura sarà sostenuta alle imposte ma presenterà anche la possibilità di avere altri sostegni da posizionare nell'intervallo fra i piedritti.
- d4 *centine scorrevoli o girevoli* – l'armatura sarà costruita in maniera tale che essa potrà essere facilmente traslata lungo il corso della realizzazione di una volta o ruotata nel caso delle cupole.

L'appaltatore realizzerà le centine, conformemente alle prescrizioni del progetto ed alle indicazioni della D.L., progettando, calcolando ed utilizzando di volta in volta i materiali più idonei per lo specifico utilizzo (legname, metallo, muratura ecc.).

Tutte le riparazioni o le ricostruzioni che si dovessero rendere necessarie per la imperfetta o errata realizzazione delle centine, in seguito anche all'inosservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare la rispondenza delle opere provvisorie alle vigenti normative, controllando le certificazioni (ove richieste) ed i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto ai piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti.

Art. 27. Vespai, intercapedini e drenaggi

Trattandosi, in genere, di lavorazioni che prevedono scavi di fondazione che potrebbero risultare lesivi per l'equilibrio statico dell'edificio, l'appaltatore avrà l'obbligo di eseguirle attenendosi alle modalità contenute negli artt. "Scavi in genere" e "Scavi di sbancamento" del presente capitolato e solo dopo avere effettuato eventuali lavori di consolidamento delle strutture in elevazione.

I riempimenti con pietrame a secco per drenaggi dovranno essere effettuati con materiali che l'appaltatore collocherà in opera manualmente sul terreno ben costipato; dovrà scegliere le pietre più regolari a forma di lastroni per impiegarle nella copertura di pozzetti e cunicoli, il pietrame di maggiori dimensioni per riempire gli strati inferiori, il pietrame minuto, la ghiaia o anche il pietrisco più adatti ad impedire alle terre sovrastanti di penetrare ed otturare gli interstizi fra le pietre, per il riempimento degli strati superiori. Sull'ultimo strato di pietrisco l'appaltatore dovrà ammassare, stendere e comprimere le terre con cui dovranno completare i lavori.

Per i pavimenti e le murature a diretto contatto col terreno, potrà essere autorizzata l'esecuzione di vespai o intercapedini; il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto al fine di evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai in pietrame si dovrà predisporre in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di m 1,50; quest'ultimi, estesi anche lungo le pareti perimetrali, dovranno essere comunicanti fra loro ed avere una sezione non inferiore a cm 15-20. L'appaltatore dovrà realizzare un sufficiente sbocco all'aperto, ad una quota superiore a quella del piano del vespaio, tramite la costruzione di una condotta di aereazione da collegare alla rete di canali. Ricoperti i canali con pietrame, potrà riempire le zone fra i cunicoli con grossi scheggioni disposti in contrasto tra loro e con l'asse maggiore in posizione verticale intasando i vuoti con scaglie di pietra e spargendo uno strato di ghiaietto fino a raggiungere la quota prestabilita.

Qualora in un piano cantinato venga ordinata la costruzione di una intercapedine interna, l'appaltatore dovrà realizzarla con i materiali e le modalità descritte negli elaborati di progetto.

Inoltre, onde evitare la risalita d'umidità per capillarità, dovrà isolare la struttura alla quota del calpestio esterno e provvedere alla trivellazione, (con l'interasse prescritto dalla D.L.) della parte immediatamente sottostante avendo cura che il lato esterno della perforazione venga a trovarsi al di sopra del piano di calpestio esterno. Se richiesto l'intercapedine dovrà essere realizzata solo dopo l'esecuzione di un sottostante assetto impermeabile con dei mattoni forati disposti a coltello che creino una continuità fra essa ed i canali del vespaio ventilato.

Nelle parti della costruzione in cui si debbano eseguire drenaggi, l'appaltatore, dopo aver sistemato lo strato profondo del drenaggio con pietrame di piccola pezzatura, dovrà posizionare un tubo dalla qualità e dalle dimensioni prescritte, al fine di convogliare le acque nella zona più idonea al loro smaltimento onde evitare qualsiasi rischio di riflusso.

Qualora sia ordinata l'esecuzione di drenaggi mediante lo scavo di pozzi assorbenti, l'appaltatore, realizzate le sbatacchiature ed i puntellamenti del terreno, dovrà provvedere alla realizzazione dello scavo ed alla formazione del pozzo con pareti in pietrame; dovrà inoltre, ricavare un sufficiente numero di cavità fra l'interno del pozzo ed il terreno circostante realizzando la chiusura del pozzo in modo da permettere la periodica ispezione.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni 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 siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

Art. 28. Impregnazione di manufatti edili e trattamenti protettivi antifuoco

Trattandosi di lavorazioni complesse e delicate le impregnazioni, qualsiasi sia la loro finalità, necessitano di un'approfondita analisi del quadro patologico generale, della specifica natura dell'intervento, dello stato di consistenza dei manufatti da impregnare al fine di determinare la tipologia sia dei prodotti che delle tecniche d'intervento. Nello specifico l'intervento viene effettuato all'interno degli archivi cartacei, inclusi nel Padiglione 1, al fine di proteggere le capriate lignee esistenti che sostengono il tetto a doppia falda.

I lavori di applicazione del prodotto sui manufatti edili sono da effettuare rispettando le seguenti fasi:

- Preparazione delle superfici verificando che i materiali lignei da proteggere siano esenti da unto, grasso, cere, impregnanti cerosi e vernici preesistenti. In presenza di questi trattamenti si deve procedere alla sabbatura o carteggiatura delle superfici mediante abrasione delle stesse prima con carta abrasiva a grana grossa e poi a grana fine sino a legno nudo.

Dopo questa operazione, allo scopo di garantire la massima adesione del ciclo intumescente al supporto, bisogna procedere ad una ulteriore pulizia mediante panno imbevuto di diluente nitro per eliminare completamente dal legno eventuali tracce di cera. Va verificato con cura che l'umidità dei materiali lignei da rivestire sia inferiore al valore del 12% in peso. Non rispettando le condizioni di preparazione sopra riportate, non si dà alcuna garanzia di durabilità del trattamento;

- Applicazione di prodotto impregnate all'acqua, in ragione di 80-100 g/m² allo scopo di conferire resistenza alle muffe ed ai parassiti del legno tramite pennello, rullo e a spruzzo (questo trattamento va fatto su legno nudo).

- Ciclo di verniciatura intumescente tramite applicazione in più mani di vernice, intervallate l'uno dall'altra seguendo i tempi previsti dalla relativa scheda tecnica, di vernice. Si consiglia di applicare un quantitativo di 150-200 g/m² di prodotto per mano.

Il quantitativo di prodotto da applicare viene determinato dallo studio di ingegneria di riferimento: è in funzione della resistenza al fuoco richiesta e dei dati tecnici, relativi ai profili da verniciare, riportati nella relazione di calcolo e nei disegni esecutivi.

- Dopo 48 ore, una volta che si ottiene la completa essiccazione delle mani precedenti si procede ad effettuare una leggera carteggiatura e procedere con l'applicazione di una mano di finitura denominata in ragione di 50 g/m².

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Di tali prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla lavorazione.

Art. 29. Opere di impermeabilizzazione

29.1 Definizioni

Si definiscono *opere di impermeabilizzazione* quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti contro terra, ecc.) o, comunque, lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

29.2 Categorie di impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- impermeabilizzazioni di opere interrato;
- impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

29.3 Realizzazione

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, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per le impermeabilizzazioni di coperture, si veda il relativo articolo di questo capitolato.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, si veda l'articolo sui prodotti per pavimentazione.

Impermeabilizzazione di opere interrate

Per l'impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni di seguito indicate.

Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti e alla lacerazione, meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di riinterro (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 nel terreno. Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che i risvolti, i punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.

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 sopra 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.

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 e adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.

Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta, si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità e 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.

Impermeabilizzazioni di elementi verticali

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 dovranno essere realizzati 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 e altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia e osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

29.4 Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti e, 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.) l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc..

A conclusione dell'opera, eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

Art. 30. Impianti elettrici¹

30.1 Qualità dei materiali e marcatura dei materiali

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle prescrizioni progettuali e devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

I componenti elettrici previsti da specifiche direttive europee devono riportare il marchio CE.

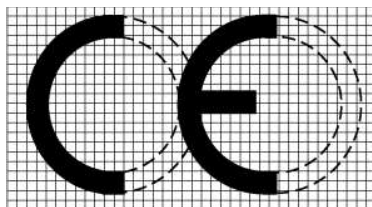


Figura 83.1 - Marchio CE

I componenti elettrici previsti dalla legge n. 791/1977, e per i quali esista una specifica norma, possono essere muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità (rilasciato da un laboratorio riconosciuto o da organismi competenti), oppure di dichiarazione di conformità alla norma rilasciata dal costruttore.



Figura 83.2 - Marchio IMQ

I componenti elettrici non previsti dalla legge n. 791/1977 o senza norme di riferimento dovranno essere comunque conformi alla legge n. 186/1968. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

NORME DI RIFERIMENTO

I materiali elettrici devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

Legge 1° marzo 1968, n. 186 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;

Legge 18 ottobre 1977, n. 791 – Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;

D.M. 10 aprile 1984 – Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;

Legge 9 gennaio 1989, n. 13 – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

Legge 17 aprile 1989, n. 150 – Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;

D.M. 14 giugno 1989, n. 236 – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;

Legge 5 marzo 1990, n. 46 – Norme per la sicurezza degli impianti;

D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447 – Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti;

D.M. 22 febbraio 1992 – Modello di dichiarazione di conformità;

D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 – Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;

D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 – Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;

D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 – Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio;

D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;

D.M. 10 marzo 2005 – Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;

D.M. 15 marzo 2005 – Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;

D.M. 28 aprile 2005 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi;

D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

¹ <http://www.capitolatitecnici.it>, a cura della federazione ANIE, aderente a Confindustria, che rappresenta le principali imprese elettrotecniche ed elettroniche che operano in Italia.

30.2 Oneri specifici per l'appaltatore

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e, ove possibile, campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto, per consentire la scelta al direttore dei lavori.

Per i corpi illuminanti, l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.

L'appaltatore dovrà curare gli impianti elettrici fino alla conclusione del collaudo tecnico-amministrativo o all'emissione del certificato di regolare esecuzione, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori.

Le eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali esecutive dovranno essere segnalate tempestivamente al direttore dei lavori. L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

30.3 Modalità di esecuzione degli impianti elettrici

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali e la corretta tecnica da personale adeguato alla tipologia degli impianti, addestrato e dotato delle necessarie attrezzature.

Gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1° marzo 1968.

La rispondenza alle vigenti norme di sicurezza deve essere attestata con la procedura di cui al **D.M. 22 gennaio 2008, n. 37**.

Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità dell'impianto, come previsto dal D.M. n. 37/2008.

30.4 Cavi e conduttori

Definizioni

Si premettono le seguenti definizioni:

- con il termine *cavo* si indicano tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo;
- con il termine *condutture* si indicano i prodotti costituiti da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.

In relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione, le condutture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:

- condutture di distribuzione attraverso montante, a sviluppo prevalentemente verticale;
- condutture di distribuzione attraverso dorsali, a sviluppo prevalentemente orizzontale;
- condutture di distribuzione diretta agli utilizzatori.

Tipologie

I cavi delle linee di energia possono essere dei seguenti tipi:

- tipo A: cavi con guaina per tensioni nominali con $U_0/U = 300/500, 450/750$ e $0,6/1$ Kv;
- tipo B: cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750$ V;
- tipo C: cavi con guaina resistenti al fuoco;
- tipo D: cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV.

Distinzione dei cavi attraverso i colori

I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00722 (HD 308)**.

Per tutti i cavi unipolari senza guaina cordine sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione:

- bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;
- colore blu per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo) e bianco (polo negativo).

Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00721**.

Nell'uso dei colori devono essere rispettate le seguenti regole:

- il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
- il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro. Quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;
- sono vietati i singoli colori verde e giallo.

Comportamento al fuoco

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi non propaganti la fiamma, conformi alla norma **CEI 20-35 (EN 60332)**, che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;
- cavi non propaganti l'incendio, conformi alla norma **CEI 20-22 (EN 50266)**, che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio e in posizione verticale, in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 kg/m oppure 5 kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m);
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi LS0H, rispondenti alla norma **CEI 20-22 (EN 50266)** per la non propagazione dell'incendio, e alle norme **CEI 20-37 (EN 50267)** e **EN 61034** per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;
- cavi LS0H resistenti al fuoco conformi alle norme della serie **CEI 20-36 (EN 50200- 50362)**, che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.

L'appaltatore deve utilizzare esclusivamente cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative non obbligatoriamente previste dalla norme.

Posa in opera delle condutture

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni delle norme **CEI 11-17, CEI 20-40, CEI 20- 67 e 20-XX** (in preparazione).

La posa in opera delle condutture può essere in:

- tubo, ovvero costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo, il quale può essere incassato, in vista o interrato;
- canale, ovvero costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio;
- vista, nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (per esempio, graffette o collari);

- condotto, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute dalla costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera;
- cunicolo, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile;
- su passerelle, ovvero costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio;
- galleria, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari

I cavi di alimentazione dei circuiti di sicurezza devono essere indipendenti da altri circuiti.

I cavi dei circuiti a SELV devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1.3.2 e 528.1.1 della norma CEI 64-8.

I cavi dei circuiti FELV possono essere installati unitamente ai cavi di energia.

I cavi di circuiti separati, derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipendenti da altri circuiti.

Norme di riferimento generali e per tipologie dei cavi

I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:

a) requisiti generali:

CEI-UNEL 00722 – Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV;
CEI UNEL 00721 – Colori di guaina dei cavi elettrici;
CEI UNEL 00725-(EN 50334) – Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici;
CEI-UNEL 35024-1 – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
CEI-UNEL 35024-2 – Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
CEI-UNEL 35026 – Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria e interrata;
CEI UNEL 35027 – Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Generalità per la posa in aria e interrata;
CEI 16-1 – Individuazione dei conduttori isolati;
CEI 20-21 (serie) – Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente;
CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo;
CEI 20-40 (HD 516) – Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
CEI 20-67 – Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
CEI 20-XX – Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione;

b) cavi tipo A (I categoria) = cavi con guaina per tensioni nominali $U_0/U = 300/500, 450/750$ e 0,6/1 kV

CEI 20-13 – Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
CEI-UNEL 35375 – Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;
CEI-UNEL 35376 – Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;
CEI-UNEL 35377 – Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;
CEI UNEL 35382 – Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro). Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV – LSOH;
CEI UNEL 35383 – Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni;

c) cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV – LSOH

CEI UNEL 35384 – Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV – LSOH;
CEI 20-14 – Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV;
CEI-UNEL 35754 – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;
CEI-UNEL 35755 – Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;
CEI-UNEL 35756 – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;
CEI-UNEL 35757 – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari per posa fissa con conduttori flessibili, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;
CEI 20-19 – Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
CEI 20-20 – Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
CEI 20-38 – Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. LSOH;
CEI-UNEL 35369 – Cavi per energia isolati con miscela elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH;
CEI-UNEL 35370 – Cavi per energia isolati con miscela elastomerica non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH;
CEI-UNEL 35371 – Cavi per comandi e segnalazioni, isolati con miscela elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH;
IMQ CPT 007 – Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V – FROR 450/750 V;
IMQ CPT 049 – Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con miscela termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH). Tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750 V – FM9OZ1 – 450/750 V – LSOH;

d) cavi tipo B = cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750V$

CEI 20-20/3 – Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi senza guaina per posa fissa;

CEI-UNEL 35752 – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U_0/U : 450/750 V;

CEI-UNEL 35753 – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale U_0/U : 450/750 V;

CEI-UNEL 35368 – Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U_0/U : 450/750 V;

IMQ CPT 035 – Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750 V;

e) cavi tipo C = cavi resistenti al fuoco

CEI 20-39 – Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V;

CEI 20-45 – Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U_0/U di 0,6/1 kV. LSOH;

f) cavi tipo D (II categoria) = cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV

CEI 20-13 – Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

IEC 60502 – IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV).

Norme di riferimento per il comportamento al fuoco

CEI EN 60332 (CEI 20-35) – Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio. Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato;

CEI EN 50266 (CEI 20-22) – Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio. Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio;

CEI EN 50267 (CEI 20-37) – Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio. Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi;

CEI EN 61034 (CEI 20-37) – Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite.

Sezioni minime dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione. In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

– conduttori di fase: 1,5 mm² (rame) per impianti di energia;

– conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm² (rame);

– conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm². Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm², può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;

- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm².

– conduttori di protezione: devono avere sezioni di:.....

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente;

- 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm².

– conduttore di terra:

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, e non inferiore a 16 mm² in rame o ferro zincato;

- non protetto contro la corrosione, e non inferiore a 25 mm² (rame) oppure 50 mm² (ferro);

- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella **CEI-UNEL 3502**. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

– conduttore PEN (solo nel sistema TN): non inferiore a 10 mm² (rame);

– conduttori equipotenziali principali: non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm² (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm² (rame);

– conduttori equipotenziali supplementari:

- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore;

- fra massa e massa estranea, sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;

- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente, e a 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

30.5 Tubazioni ed accessori per installazioni elettriche

Tutte le tubazioni di protezione dei cavi elettrici dovranno essere di tipo flessibile in PVC nella serie pesante antischiacciamento, di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti norme UNEL e CEI.

In generale, i sistemi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa sia durante l'esercizio.

Posa in opera in generale e in condizioni particolari

L'installazione o posa in opera delle tubazioni di protezione potrà essere del tipo:

- a vista;

- sottotraccia nelle murature o nei massetti delle pavimentazioni;

- annegamento nelle strutture in calcestruzzo prefabbricate;

- interrimento (**CEI EN 50086-2-4**).

In condizioni particolari, devono essere rispettate le seguenti norme e materiali:

– sottotraccia nelle pareti o in murature:

- PVC flessibile leggero (CEI 23-14);
- PVC flessibile pesante (CEI 23-14).
- sottotraccia nel massetto delle pavimentazioni:
 - PVC flessibile pesante (CEI 23-14);
 - PVC rigido pesante (CEI 23-8).
- tubo da collocare in vista (ambienti ordinari):
 - PVC flessibile pesante (CEI 23-14);
 - PVC rigido pesante (CEI 23-8);
 - tubo PVC rigido filettato (CEI 23-25 e CEI 23-26);
 - guaine guida cavi (CEI 23-25).
- tubo da collocare in vista (ambienti speciali):
 - PVC rigido pesante (CEI 23-8);
 - in acciaio (CEI 23-28);
 - in acciaio zincato (UNI 3824-74);
 - tubo PVC rigido filettato (CEI 23-25 e CEI 23-26);
 - guaine guida cavi (CEI 23-25).
- tubo da interrare:
 - PVC rigido pesante (CEI 23-8);
 - PVC flessibile pesante (CEI 23-14);
 - cavidotti (CEI 23-29);
 - guaine guida cavi (CEI 23-25).

Il tracciato dei tubi protettivi sulle pareti deve avere un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Nel caso di andamento orizzontale, deve essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi totalmente incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi, prima della ricopertura con malta cementizia, dovranno essere saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera che non siano totalmente accostati, in modo da realizzare un interstizio da riempire con la malta cementizia.

Maggiorazione del diametro interno dei tubi

Il diametro interno dei tubi per consentire variazioni impiantistiche deve:

- negli ambienti ordinari: essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi che deve contenere, con un minimo di 10 mm;
- negli ambienti speciali: essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi che devono essere contenuti, con un minimo di 16 mm.

Componenti del sistema di canalizzazione

Il sistema di canalizzazione, per ogni tipologia, deve prevedere i seguenti componenti:

- a) sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi:
 - canale;
 - testata;
 - giunzioni piana lineare;
 - deviazioni;
 - derivazione;
 - accessori complementari;
 - elementi di sospensione;
 - elementi di continuità elettrica.
- b) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi:
 - canale;
 - testata;
 - giunzioni piana lineare;
 - deviazioni;
 - derivazione;
 - accessori complementari;
 - elementi di sospensione.
- c) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa:
 - canale battiscopa portacavi;
 - canale cornice per stipite;
 - giunzioni piana lineare;
 - deviazione:
 - angolo;
 - terminale.
- d) sistemi di condotti a sezione non circolare in materiale isolante sottopavimento:
 - condotto;
 - elementi di giunzione;
 - elementi di derivazione;
 - elementi di incrocio;
 - cassette e scatole a più servizi;
 - torrette.
- e) sistemi di passerelle metalliche e loro accessori ad uso portacavi:
 - canale;
 - testata;
 - giunzioni piana lineare;
 - deviazioni;
 - derivazione;

- accessori complementari;
- elementi di sospensione;
- elementi di continuità elettrica.

Indicazioni per la sicurezza dei canali metallici e loro accessori

Il sistema di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi (**CEI 64-8**);
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi;
- le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema.

Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi (**CEI 64-8**);
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.

Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- il canale battiscopa, la cornice, le scatole di smistamento e le derivazioni a più vie, devono garantire la separazione di differenti servizi;
- gli accessori destinati all'installazione di apparecchi elettrici devono essere ancorati in modo indipendente dal battiscopa e dalla cornice e, comunque, esternamente ai canali stessi.
- la derivazione dei cavi dal battiscopa deve avvenire mediante canali accessori, secondo la norma **CEI 23-19**, o canali portacavi rispondenti alla norma **CEI 23-32**.

Il canale battiscopa installato deve assicurare che i cavi siano posizionati ad almeno 10 mm dal pavimento finito.

Le scatole destinate all'installazione delle prese di corrente devono assicurare che l'asse orizzontale si trovi ad almeno 70 mm dal pavimento finito (**CEI 64-8**).

Le prese telefoniche devono esserle collocate a distanza di almeno 120 mm tra l'asse orizzontale della presa e il pavimento.

Caratteristiche alla piegatura e grado di protezione minimo

Le tubazioni di protezione secondo le caratteristiche alla piegatura potranno essere:

- rigide (**CEI EN 50086-2-1**);
- pieghevoli (**CEI EN 50086-2-2**);
- pieghevoli/autorinvenenti (**CEI EN 50086-2-2**);
- flessibili (**CEI EN 50086-2-3**).

Il grado di protezione dovrà essere di IP XX (con un minimo IP3X).

Norme di riferimento

Le tubazioni di protezione dovranno rispettare le seguenti norme:

CEI EN 50086-1 – Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Prescrizioni generali;

CEI EN 50086-2-1 – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;

CEI EN 50086-2-2 – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;

CEI EN 50086-2-3 – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;

CEI EN 50086-2-4 – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;

CEI EN 60529 – Gradi di protezione degli involucri.

30.6 Quadri elettrici

Generalità

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.

In generale, i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature, con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti, con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, e deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI EN 60439-1;

CEI EN 60439-3;

CEI EN 60529;

CEI 23-49;

CEI 23-51;

CEI 64-8.

Tipologie di quadri elettrici

In generale, i quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo, e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate.

Quadro generale

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e, precisamente, a valle del punto di consegna dell'energia.

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati, accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si utilizzano gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti, e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel caso in cui sia necessario proteggere una conduttura dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale, si dovrà prevedere

l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

Quadri secondari di distribuzione

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche, ecc.

Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri di tipo isolante, metallico o composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione, ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

Quadri locali tecnologici

I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione. Provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.

Negli ambienti in cui è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

Quadri speciali (sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica, ecc.)

Si definiscono *quadri speciali* quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati ad un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione, ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione (IP 20, IP 40, IP 44, IP 55) degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro deve essere sottoposto. La classificazione è regolata dalla norma **CEI EN 60529 (CEI 70-1)**, che identifica, nella prima cifra, la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e, nella seconda, la protezione contro l'ingresso di liquidi.

I gradi di protezione più comuni sono: IP20; IP 30; IP40; IP44; IP55. In ogni caso, il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. È comunque preferibile, nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

Le morsettiere possono essere a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici

I quadri elettrici di distribuzione devono essere conformi alle norme **CEI EN 60439-1**, **CEI EN 60439-3** e **CEI 23-51**.

Possono essere costituiti da un contenitore in materiale isolante, metallico o composto.

I quadri devono rispettare le seguenti dimensioni minime:

a) quadri di distribuzione di piano:

- larghezza: cm;

- altezza: cm;

- profondità: cm.

b) quadri per ambienti speciali:

- larghezza: cm;

- altezza: cm;

- profondità: cm.

Il portello deve essere del tipo (non trasparente, trasparente) con apertura (a mezzo chiave). Le eventuali maniglie dovranno essere in materiale isolante.

Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.

I contenitori in lamiera di acciaio devono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm, e devono essere saldati e accuratamente verniciati a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm², muniti alle estremità di capicorda a compressione ad occhio.

Le canaline dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o con rivetti. Non è ammesso l'impiego di canaline autoadesive.

Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un'apposita targa, nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo) che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili in lingua italiana.

I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore i devono avere la marcatura CE.

Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un proprio schema elettrico, nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti e i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, nonché le caratteristiche previste dalle relative norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

Predisposizione per ampliamenti futuri

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti o installati.

30.7 Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego, e possono essere in materiale isolante o metallico. La tipologia deve essere idonea ad essere installata a parete o ad incasso (pareti piene o a sandwich o con intercapedine), con caratteristiche che consentano la planarità e il parallelismo.

Tutte le cassette di derivazione da parete, dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione di almeno IP 40 (per i modelli a parete), con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi con idoneo fissaggio e ricoprenti abbondantemente il giunto-muratura.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da parete sono le seguenti:

- larghezza: cm;
- altezza: cm;
- profondità: cm.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da incasso sono le seguenti:

- larghezza: cm;
- altezza: cm;
- profondità: cm.

Le cassette devono essere in grado di potere contenere i morsetti di giunzione e di derivazione previsti dalle norme vigenti. Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di opportuni separatori.

I coperchi delle cassette devono essere rimossi solo con attrezzo. Sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza normalizzata.

NORMA DI RIFERIMENTO

CEI 23-48.

30.8 Giunzioni e morsetti

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle, a mezzo di apposite morsettiera e morsetti.

I morsetti componibili su guida devono rispettare le norme **EN 50022** e **EN 50035**.

I morsetti di derivazione volanti possono essere:

- a vite;
- senza vite;
- a cappuccio;
- a perforazione di isolante.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI EN 60947-7-1;

CEI EN 60998-1;

CEI EN 60998-2-2;

CEI EN 60998-2-3;

CEI EN 60998-2-4.

30.9 Supporto, frutto e placca

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno permettere il fissaggio rapido dei frutti senza vite e facile rimozione con attrezzo, nonché il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti, e consentire eventuali compensazioni con i rivestimenti della parete.

I supporti dovranno prevedere l'alloggiamento da due a più moduli.

I frutti devono possedere le seguenti caratteristiche:

- comando: sistemi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del **D.P.R. n. 503/1996** e **D.M. n. 236/1989** e le norme **CEI 23-9** e **CEI EN 60669-1**;
- interruttori uni e bipolari, deviatori e invertitori, con corrente nominale non inferiore a 10A;
- pulsanti e pulsanti a tirante con corrente nominale non inferiore a 2A (**CEI EN 60669-2-1**) e infrarosso passivo (IR);
- controllo: regolatori di intensità luminosa (**CEI EN 60669-2-1**);
- prese di corrente: 2P+T, 10A – tipo P11; 2P+T, 16A – tipo P17, P17/11, P30 (**CEI 23-16** o **CEI 23-50**);
- protezione contro le sovracorrenti: interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6A, 10A, 16A e potere di interruzione non inferiore a 1500A (**CEI EN 60898**);
- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;
- prese di segnale: per trasmissione dati Rj45, TV terrestre e satellitare(**CEI EN 50083-4**), prese telefoniche (**CEI EN 60603-7**).

Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere composto dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra deve essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (nel sistema TT sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V corrente alternata

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la norma **CEI 64-8**, tenendo conto delle raccomandazioni della *Guida per l'esecuzione*

dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario (CEI 64-12).

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico.

All'impianto devono essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione degli elementi di fatto (ferri delle strutture in cemento armato, tubazioni metalliche, ecc.).

Impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata

Per quanto riguarda questi impianti, la norma di riferimento è la CEI 11-1.

Elementi dell'impianto di terra

Dispersore

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra, ed è generalmente costituito da elementi metallici quali tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma CEI 64-8.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione e alla profondità del dispersore da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori, e fra il dispersore e il conduttore di terra, devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena, o con robusti morsetti o manicotti, purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

Conduttore di terra

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro; generalmente, è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati come dispersori per la parte interrata, e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno. Il conduttore di terra deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego. Possono essere impiegati corde, piattine o elementi strutturali metallici inamovibili. Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassunte nella tabella 83.1.

Tabella 83.1 - Sezioni minime del conduttore di terra

Caratteristiche di posa del conduttore	Sezione minima [mm ²]
Protetto contro la corrosione (ad esempio, con una guaina) ma non meccanicamente	16 (rame) 16 (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 (rame) 50 (ferro zincato)

Collettore (o nodo) principale di terra

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure), almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra, collega in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra). Può anche essere collegato direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella 83.2, tratta dalle norme CEI 64-8.

Tabella 83.2 - Sezione minima del conduttore di protezione (CEI 64-8)

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio [mm ²]	Conduttore di protezione appartenente allo stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase [mm ²]	Conduttore di protezione non appartenente allo stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase [mm ²]
minore o uguale a 16 uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

Conduttori di equipotenziale

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee, ovvero le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma CEI 64-8/5).

L'appaltatore deve curare il coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse

estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione. È opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione. Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda, infine, la misurazione della resistività del terreno.

Pozzetti

Tutti i pozzetti dovranno essere in PVC e muniti di chiusino in PVC pesante nervato.

Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

Si premette che la norma **CEI 64-8**, alla parte 7: ambienti particolari, art. 701 (locali contenenti bagni e docce), classifica l'ambiente bagno in quattro zone di pericolosità in ordine decrescente:

- zona 0;
- zona 1;
- zona 2;
- zona 3.

ZONA 0

È il volume della vasca o del piatto doccia. Entro tale volume non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili.

ZONA 1

È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. In tale volume sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V.

ZONA 2

È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. Sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (classe II).

ZONA 3

È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia). Sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP1) – come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso – quando installati verticalmente, oppure IP5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale. Inoltre, l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

- bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono, comunque, essere protette contro i contatti diretti;
- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP4).

Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina o scatole di derivazione. Possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.

Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone, e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico. Gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso, e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno

Nelle zone 1, 2 e 3 così come definite al paragrafo precedente, onde evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma **CEI 64-8**. In particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm² (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm² (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres.

Altre prescrizioni per i locali da bagno

Per i locali da bagno devono tenersi distinti i due circuiti di illuminazione e prese.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un interruttore differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Per le condutture elettriche possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa-cordone.

Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per particolari utilizzatori elettrici usati, sia per determinate condizioni ambientali di umidità (si pensi a cantine, garage, portici, giardini, ecc.), le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente: se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;
- coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali: questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Composizione dell'impianto

In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base), costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche e limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (quali, ad esempio, tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

Captatori

Il captatore può essere composto dalla combinazione di aste, funi e maglie. Il posizionamento dei captatori secondo il metodo dell'angolo di protezione (indicato per gli edifici di forma regolare) o il metodo della sfera rotolante (indicato per gli edifici di forma complessa), deve essere conforme al punto 2.2.2 della norma **CEI 81-1**, e in particolare dell'appendice B. La protezione delle superfici piane dovrà essere attuata con il metodo della maglia.

Il punto 2.2.3 della norma stabilisce che, ai fini della protezione, possono essere utilizzati come captatori naturali le seguenti parti della struttura, secondo le prescrizioni dell'art. 2.1.3 della citata norma **CEI 81-1**:

- coperture metalliche dei tetti;
- componenti metalliche costruttive di tetti (capriate metalliche, ferri di armatura elettricamente continui, ecc.), al di sotto di una copertura non metallica, purché quest'ultima parte possa essere esclusa dalla struttura da proteggere;
- parti metalliche come gronde, ornamenti, ringhiere, ecc., la cui sezione trasversale non sia inferiore a quella specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici, costruiti in materiale di non meno di 2,5 mm di spessore, purché non si crei una situazione pericolosa o altrimenti inaccettabile qualora essi vengano perforati;
- tubazioni e serbatoi metallici.

Le lastre e le tubazioni metalliche devono possedere lo spessore minimo in funzione del materiale (Fe, Cu, Al) indicato nella tabella 4 della norma **CEI 81-1**.

Sistemi di protezione LPS

I sistemi di protezione contro i fulmini vengono definiti LPS (Lighting Protection of Structures) e si dividono in:

- LPS esterno;
- LPS interno.

LPS ESTERNO

L'impianto esterno deve essenzialmente essere costituito da:

- collegamenti equipotenziali di tutti i corpi metallici esterni e interni;
- collegamenti equipotenziali, tramite limitatori di tensione, di tutti gli impianti esterni e interni;
- isolamenti o distanziamenti.

L'impianto esterno è principalmente costituito da captatori ad asta o a maglia. La loro funzione è quella di creare un volume protetto, ovvero una zona che non può essere colpita da fulmini.

I captatori ad asta consistono nel posizionare una o più aste metalliche in uno o più punti, sulla sommità dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale.

I captatori a maglia consistono nel creare una gabbia metallica intorno all'edificio, tramite piattine o tondi in ferro o in rame, per proteggerlo completamente. I percorsi devono essere preferibilmente rettilinei e i cambi di direzione devono avvenire senza spigoli o curve a piccolo raggio.

LPS INTERNO

L'impianto interno deve essenzialmente essere costituito da:

- organi di captazione (normali o naturali);
- organi di discesa (calate) (normali o naturali);
- dispersore di tipo A o B (normali o naturali);
- collegamenti diretti o tramite SPD agli impianti esterni e interni, e ai corpi metallici esterni e interni.

Verifiche e dichiarazione di conformità

Dopo l'ultimazione, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche deve essere verificato per accertare che:

- l'LPS sia conforme al progetto;
- tutti i componenti dell'LPS siano in buone condizioni;
- tutte le strutture aggiunte dopo siano comprese nella struttura protetta con ampliamenti dell'LPS.

L'impianto deve essere soggetto a manutenzione periodica, come disposto dalla norma **CEI 81-1**.

L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'impianto secondo le disposizioni del **D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462** – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

Secondo l'art.2 del citato decreto la messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore, che deve rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti ad omologazione dell'impianto.

Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro deve inviare la dichiarazione di conformità all'ISPESL e all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti.

Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, secondo le indicazioni del piano di manutenzione dell'opera, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque anni, ad esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, per i quali la periodicità è biennale.

Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro deve rivolgersi all'ASL, all'ARPA o ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle Attività Produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.

Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica deve rilasciare il relativo verbale al datore di lavoro, che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.

Le verifiche suddette saranno a totale carico del datore di lavoro.

Le verifiche straordinarie da parte del datore di lavoro dovranno essere, comunque, effettuate nei casi di:

- esito negativo della verifica periodica;
- modifica sostanziale dell'impianto;
- richiesta del datore del lavoro.

Il datore di lavoro ha l'obbligo di comunicare tempestivamente all'ufficio competente per territorio dell'ISPESL e alle ASL o alle ARPA competenti per territorio, la cessazione dell'esercizio, le modifiche sostanziali preponderanti e il trasferimento o spostamento degli impianti.

Norme di riferimento

CEI 81-1 – Protezione di strutture contro i fulmini;
CEI 81-3 – Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;
CEI 81-4 – Protezione delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al fulmine;
CEI 81-5 – Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC);
CEI 81-6 – Protezione delle strutture contro i fulmini. Linee di telecomunicazione;
CEI 81-7 – Prescrizioni relative alla resistibilità per le apparecchiature che hanno un terminale per telecomunicazioni;
CEI 81-8 – Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione.

30.10 Protezione contro i contatti diretti e indiretti

Le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti devono rispettare la norma **CEI 64-8**.

La protezione può essere attuata con i seguenti accorgimenti:

- protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi SELV e PELV);
- protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi FELV);
- protezione totale;
- protezione parziale;
- protezione addizionale;
- protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente;
- protezione per separazione elettrica;
- protezione per mezzo di locali isolanti;
- protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione (sistema TT);
- protezione con interruzione automatica del circuito;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione (sistema TN).

30.11 Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti

La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della conduttura;
- alla fine della conduttura;
- in un punto qualsiasi della conduttura.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi devono essere installate all'inizio della conduttura.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura.

Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della conduttura, purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente le due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):

- venga realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito;
- venga realizzato in modo che, anche in caso di corto circuito, sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone.

È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli (per esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri).

In tali casi, bisogna verificare che il pericolo di cortocircuito sia minimo e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

Art. 31. Verifiche dell'impianto elettrico

31.1 Generalità

Le verifiche dell'impianto elettrico devono essere eseguite dal direttore dei lavori, secondo le indicazioni del capitolo 61 della norma **CEI 64-8**:

- art. 611: esame a vista;
- art. 612: prove.

In linea, generale le operazioni di verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- esame a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

Le verifiche devono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie dell'impianto elettrico.

31.2 Esame a vista

L'esame a vista (norma **CEI 64-8**), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto, e ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti. L'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto che alla fine dei lavori.

L'esame a vista dell'impianto elettrico comprende i seguenti controlli, relativi a:

- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

Verifica qualitativa e quantitativa

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto elettrico ha lo scopo di verificare:

- che la rispondenza qualitativa dei materiali e delle apparecchiature impiegate rispettino le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto e i dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione, individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente, accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- l'accessibilità, che deve essere agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura e segnalazione manovra, e possibile (eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli) per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc.).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (marchio italiano di qualità) o da altri marchi equivalenti. In caso contrario, l'impresa deve fornire apposita certificazione.

Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive, e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo stesso.

L'analisi, in sintesi, deve riguardare:

- la sfilabilità:
 - estrazione di uno o più cavi dai condotti;
 - mantenimento della calibratura interna.
- la dimensione dei tubi: diametro interno maggiore o uguale a 10 mm;
- la rispondenza normativa dei tubi: verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto.

La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei, e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti utilizzatori presi in esame. In caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto. Qualora anche la seconda prova fornisca esito sfavorevole, la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori.

Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che, in generale, sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette, la superficie interna della sezione retta degli alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.

I tubi protettivi flessibili di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare sotto traccia, devono essere conformi alla norma **CEI 23-14 V1**.

I tubi protettivi rigidi e accessori di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare in vista, devono essere conformi alle norme **UNEL 37118/72** e **37117-72**.

Tabella 84.1 - Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno <i>D</i> [mm]	Diametro interno min <i>d</i> [mm]	Diametro esterno <i>D</i> [mm]	Diametro interno min <i>d</i> [mm]
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

Verifica dei tracciati per le condutture incassate

La verifica dei tracciati per le condutture incassate deve riguardare:

- tubi incassati sotto intonaco: linearità (orizzontale o verticale) dei percorsi;
- prese a parete: altezza non inferiore a 17,5 dal pavimento.

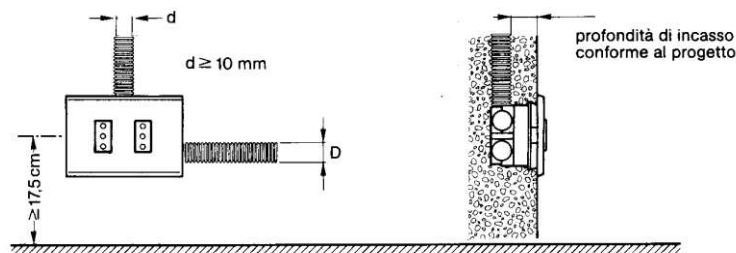


Figura 84.1 - Criteri di installazione degli impianti incassati e similari

Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)

La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del capitolato. Per la verifica si farà riferimento alla norme **CEI-64.8** e **CEI 70-1**. Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (*International Protection*) seguite da due cifre indicanti il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua (es. IP 55). Quando una delle due cifre è sostituita da una X (es. IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione (ad esempio, IP20 indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua).

Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti ad impianti AD-FT per locali caldaia e simili.

I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambienti interni ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce, inoltre, che i gradi di protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi di protezione inferiori.

Devono essere oggetto di verifica:

- componenti installati in luoghi umidi (che presentano sul pavimento, sulle pareti o sul soffitto tracce di stillicidio da condensa o da infiltrazione d'acqua): grado di protezione \geq IP 21;

- componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia battente con stravento > 60° dalla verticale: grado di protezione \geq IP 23;
- componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie: grado di protezione \geq IP 34;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi: grado di protezione \geq IP 55;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti permanentemente polverosi: grado di protezione \geq IP 66;
- componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su terreno soggetto a pozzanghere: grado di protezione \geq IP 67;
- materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata, vibrazioni, muffe, atmosfere corrosive, ecc.: certificazione d'idoneità rilasciata da enti autorizzati o autocertificazione del costruttore e rispondenza alle indicazioni progettuali.

Controllo dei collegamenti a terra

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (CEI 64-8 e CEI 11-8). Per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Aziende Unità Sanitarie Locali (ASL) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti, e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- identificazione dei conduttori di terra e di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ): ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano di colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa, nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve, 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;
- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a cinque volte la dimensione massima dell'impianto stesso. Quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;
- collegamenti: bisogna controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;
- continuità: bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e dell'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;
- tracciato e sezionabilità: i conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti;
- sezione del conduttore protezione-neutro (PEN): il controllo a vista dei componenti del dispersore deve essere effettuato in corso d'opera. In caso contrario, è consigliabile eseguire dei sondaggi.

Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia)

Il controllo ha lo scopo di accertare l'idoneità delle misure di sicurezza contro eventuali pericoli da contatti diretti e indiretti nei locali da bagno e doccia, considerati a maggiore rischio elettrico.

Nelle varie zone dei locali igienici possono essere installate le seguenti apparecchiature:

- nella zona 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico;
- nella zona 1 si possono installare soltanto scaldacqua (con marchio IMQ) e altri utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza, con tensione nominale non superiore a 25 V e grado di protezione non inferiore a IP X4;
- nella zona 2 si possono installare, oltre agli utilizzatori possibili nella zona 1, anche apparecchi illuminanti fissi, di classe II e grado di protezione non inferiore a IP X4. Sono ammesse le sole condutture di alimentazione degli utilizzatori qui ubicati, che devono avere isolamento equivalente alla classe II in tubi non metallici ed essere incassate, salvo l'ultimo tratto in prossimità dell'utilizzatore che deve essere il più breve possibile. Nessuna limitazione è, invece, prevista per le condutture incassate ad una profondità superiore a 5 cm. Nella zona non è ammessa l'installazione di apparecchi di comando, derivazione o protezione (interruttore, prese, scatole di derivazione, ecc.). Gli infissi metallici a contatto con i ferri d'armatura delle strutture in calcestruzzo armato devono essere collegati al conduttore equipotenziale;
- nella zona 3 si può realizzare un impianto ordinario con condutture incassate in tubi non metallici aventi isolamento equivalente alla classe II. I componenti elettrici devono avere grado di protezione minimo IP X1.

Devono essere oggetto di verifica:

a) collegamenti equipotenziali delle tubazioni.

Accertamenti:

- collegamento al morsetto di terra di:
 - tubazione acqua calda e fredda in ingresso e/o in uscita dal locale;
 - tubazione gas in ingresso e/o in uscita dal locale;
 - tubazione termosifoni in ingresso e/o in uscita dal locale;
 - tubazione metallica di scarico;
 - masse estranee.

b) condutture equipotenziali e mezzi di connessione alle masse estranee.

Accertamenti:

- sezioni $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ (4 m^2 se non protette);
- collari e morsetti idonei al buon collegamento;
- ispezionabilità delle connessioni.

c) prese e apparecchi di comando.

Accertamenti:

- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2;
- esistenza di interruttore differenziale.

d) apparecchi illuminanti.

Accertamenti:

- di tipo a doppio isolamento con grado di protezione \geq IP X4.

e) altri apparecchi.

Accertamenti:

- grado di protezione: \geq IP X1;
- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2.

f) scaldacqua elettrico.

Accertamenti:

- rispondenza a norme CEI con marchio italiano di qualità;
- collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1.

g) condutture:

- scatole di derivazione fuori dalle zone 0-1-2;
- linee in tubo di materiale isolante se incassate a profondità $\leq 5 \text{ cm}$.

Verifica delle condutture, cavi e connessioni

La verifica ha lo scopo di accertare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a:

– sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni delle norme CEI del presente capitolato speciale d'appalto:

- 1, 5 mm²: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette;
- 0,5 mm²: circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.

– colori distintivi:

- colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;
- colore blu chiaro per il neutro
- altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse.

– idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori.

Devono essere verificate le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

Tabella 84.2 - Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (norma CEI 23-21)

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione [N]
	Rigidi flessibili [mm ²]	Flessibili [mm ²]	
0	-	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50
3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio.

Per le prese di corrente, incassate o sporgenti, deve essere verificato che l'asse geometrico delle spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando

La norma CEI 64-8 distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando:

- sezionamento o interruzione per motivi elettrici;
- interruzione per motivi non elettrici;
- comando funzionale;
- comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento ha lo scopo di accertare la presenza e la corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica sugli impianti e sulle macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, accertando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

In questa verifica devono essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;
- gli apparecchi d'emergenza telecomandati.

Dovranno essere oggetto di verifica:

- interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
- condutture;
- involucri protetti;
- numero dei poli degli interruttori;
- interruttore generale;
- impianto di messa a terra.

Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione

Bisogna verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL. Inoltre, occorre verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, i pulsanti di comando e i citofoni, devono essere – per tipo e posizione planimetrica e altimetrica – tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote. Devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto.

Gli interruttori, inoltre, devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap e i soggetti anziani.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989, richiamato dal D.M. n. 503/1996, consigliano che i terminali degli impianti elettrici e telefonici siano collocati ad un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento (si veda la tabella 84.3).

Tabella 84.3 - Altezze previste e altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Elemento	Altezze previste dal D.M. n. 236/1989	Altezza consigliata
interruttori	tra 60 cm e 140 cm	tra 75 cm e 140 cm
campanello e pulsante di comando	tra 40 e 140 cm	tra 60 cm e 140 cm
pulsanti bottoniera ascensori	tra 110 e 140 cm	pulsante più alto: 120 cm
prese luce	tra 45 cm e 115 cm	tra 60 cm e 110 cm
citofono	tra 110 cm e 130 cm	120 cm
telefono	tra 100 cm e 140 cm	120 cm

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, devono essere collocati in una posizione facilmente percettibile visivamente e acusticamente.

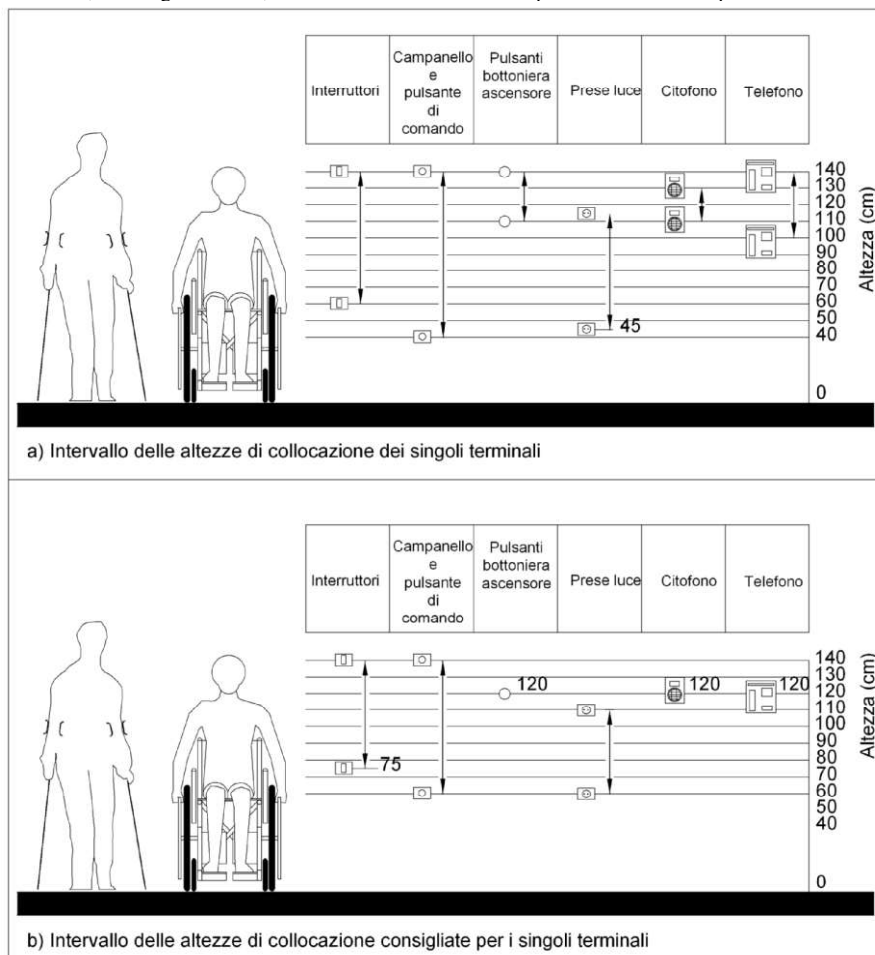


Figura 84.2 - Altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici e telefonici

31.3 Prove di verifica e controlli

Le prove consistono nell'effettuazione di misure o di altre operazioni finalizzate a verificare l'efficienza dell'impianto elettrico. La misura deve essere accertata mediante idonea strumentazione.

I controlli possono riguardare:

- la prova della continuità dei conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- la misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- la misura della resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- la verifica della separazione dei circuiti;
- la verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- la prova di polarità;
- la prova di tensione applicata;
- le prove di funzionamento alla tensione nominale;
- la verifica della protezione contro gli effetti termici;
- la verifica della caduta di tensione.

Prova della continuità dei conduttori di protezione

La prova della continuità dei conduttori di protezione (norma **CEI 64-8, art. 612.2**) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e dei conduttori terra (CT).

Prova di funzionamento alla tensione nominale

La prova di funzionamento alla tensione nominale (norma **CEI 64-8, art. 612.9**) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi e i blocchi, funzionino regolarmente, senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che in fase di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali, i quadri di zona e di reparto, tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA e gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo che a catodo freddo.

Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (norma **CEI 64-8, art. 612.9**) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione, fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.

La prova è di carattere preliminare e ha lo scopo di verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori ad interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di tensione di frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche;
- alimentatori ad interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda conformi al progetto, assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.

La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa in servizio deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in cui occorre procedere a commutazione manuale.

Prova d'intervento degli interruttori differenziali

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (norma **CEI 64-8, art. 612.6.1 e 612.9**) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.

La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a $0,5 I_{\Delta n}$, e il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a $1,1 I_{\Delta n}$, invece, il differenziale deve intervenire.

Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (norma **CEI 64-8, art. 612.3**) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.

La resistenza deve essere misurata ad impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi, e tra ogni conduttore attivo e la terra.

Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

Misura della resistenza del dispersore

Per quanto riguarda il dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT, la misura del valore della sua resistenza di terra (norma **CEI 64-8, art. 612.6.2**) ha lo scopo di accertare che esso sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- il dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T \leq 50/I_a$;
- il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T \leq 50/I_a$;

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto, con tensione di alimentazione a vuoto di $125 \div 220$ V, elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

Per ciò che concerne, invece, il dispersore di grandi dimensioni, la sua resistenza può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma **CEI 64-8, art. 612.6.3**) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra.

Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (norma **CEI 64-8**) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.

La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale tra fase e neutro con il metodo a prelievo controllato di corrente.

Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione (ΔV), allo studio della norma **CEI-64-8, art. 612.11**, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4%, qualora non sia stato diversamente specificato nel presente capitolato speciale d'appalto.

Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisione non inferiore a 1, quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con simulazione di carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporaneamente.

Misura dei segnali in uscita alle prese TV

La misura dei segnali in uscita alle prese TV, ha lo scopo di accertare che i segnali disponibili siano contenuti entro i limiti e minimi e massimi stabiliti dalle norme CEI.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- prese TV vicine all'amplificatore;
- prese TV lontane dall'amplificatore;
- prese TV adiacenti agli impianti centralizzati.

L'accertamento deve effettuarsi su tutte le bande di frequenza distribuite nei periodi di trasmissione del monoscopia, in modo da controllare non solamente la presenza del colore e la quantità del segnale, ma anche l'eventuale presenza di riflessioni o distorsioni dell'immagine.

31.4 Calcoli di controllo

Controllo del coefficiente di stipamento

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

L'analisi dovrà riguardare:

- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi

contenuti con un minimo di 15 mm;

- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle canalette e dei canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici.

Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimentalmente.

Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego alle portate dei conduttori, e i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.

L'analisi dovrà riguardare:

- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma **CEI 64-8**.

Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare e a sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

Art. 32. Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche

32.1 Generalità

Le operazioni delle verifiche dell'impianto illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico, e comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

32.2 Esami a vista

L'esame a vista è condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto. Dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali, e in particolare del capitolato speciale d'appalto.

32.3 Impianti di illuminazione interna

Gli impianti di illuminazione interna devono essere verificati eseguendo misure dirette alla determinazione:

- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto,
- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità

Misura dell'illuminamento medio

La misura dell'illuminamento medio ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle prescrizioni contrattuali.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- impianti di illuminazione generale:
 - illuminamento massimo in lux \geq dati di progetto;
 - lux max/lux min \leq dati di progetto.
- impianti di illuminazione concentrata:
 - illuminamento medio sul piano interessato \geq dati di progetto;
- impianti di illuminazioni esterna:
 - illuminamento minimo nell'area illuminata lux \geq dati di progetto;
 - lux max/lux min ≤ 4 (se il progetto non prevede condizioni più gravose).

La misura dell'illuminamento artificiale deve essere eseguita in assenza totale di luce naturale. Durante il giorno è, perciò, essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.

L'illuminamento deve essere misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del locale, ed eseguendo la misura al centro di ogni maglia.

La misurazione deve essere eseguita mediante un luxmetro, con precisione non inferiore a 5%, posto in posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza del compito visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolarmente alla direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

Tabella 85.1 - Valori di illuminamento raccomandati

Compito visivo	Ambiente	Illuminamento [lux]
Visione generale	Scale, corridoi	70-100
Lavori manuali grossolani	Magazzini	100-200
Lettura, scrittura	Uffici	200-400
Studio e lavori impegnativi	Scuole	300-500
Disegno e lavori di precisione	Uffici tecnici, laboratori	oltre 500

Misura di luminanza nel campo visivo

La luminanza deve essere misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e regolabile in altezza sulle superfici. L'angolo di apertura dello strumento è solitamente $\leq 1^\circ$. Lo strumento deve puntato nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure:

- del compito visivo;
- dello sfondo che contiene il compito visivo;
- delle zone periferiche circostanti il compito visivo;
- delle zone verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

Abbagliamento

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale per la valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.

L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi ad ogni apparecchio, che forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da 45° a 85°, riferito ad ogni classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamento deve essere eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio e l'osservatore rivolto verso lo stesso.

Tabella 85.2 - Classi di qualità per la limitazione dell'abbagliamento

Tipo di compito o attività	Grado di abbagliamento	Classe di qualità
Compiti visivi molto difficoltosi	1,15	A
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive elevate	1,5	B
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive normali	1,85	C
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive modeste	2,2	D
Interni dove le persone non sono confinate in una posizione di lavoro precisa, ma si spostano da un posto all'altro esplicando compiti che richiedono prestazioni visive modeste	2,5	E

Fonte: Cataliotti V., Morana G., *Impianti elettrici di illuminazione*, Dario Flaccovio, Palermo, 1998.

Misura del contrasto

Un importante fattore da controllare, in fase di verifica dell'impianto, è la resa del contrasto che può definirsi la valutazione dell'aspetto di due zone del campo visive viste simultaneamente.

Tabella 85.3 - Classi di qualità per la resa del contrasto

Classi di qualità per la resa del contrasto	CRF.R	Aree di applicazione per lettura e scrittura
I	≥ 1,00	Interni ove si usano prevalentemente materiali lucidi (per esempio, sale per composizione tipografica)
II	≥ 0,85	Materiali lucidi usati saltuariamente (per esempio, uffici e scuole normali)
III	≥ 0,70	Interni dove i materiali sono normalmente diffondenti (per esempi, scuole e certi tipi di uffici)

Fonte: CIE Publication, n. 29.2, 1986.

32.4 Impianti di illuminazione esterna

La verifica degli impianti di illuminazione esterna è basata su misure relative alla determinazione dell'illuminamento medio e dell'abbagliamento prodotto sulla carreggiata stradale.

Per la misura della luminanza sulla carreggiata, secondo le raccomandazioni CIE, deve essere eseguito ai nodi un reticolo avente le seguenti caratteristiche:

- senso longitudinale: maglia con lato non superiore ad un 1/3 dell'interdistanza tra i centri luminosi;
- senso trasversale: minimo due punti per ogni corsia di marcia.

La misura della luminanza è eseguita con un luminanzometro posto ad un'altezza di 150 cm dalla carreggiata e con inclinazione di 1° al di sotto dell'orizzontale. L'illuminamento è misurato con un luxmetro, in questo caso dotato di cupola diffondente.

Misura dell'abbagliamento

La misura dell'abbagliamento consiste nella misura della luminanza velante dovuta ai proiettori (L_{vi}) e della luminanza velante dovuta alla luce (L_{va}). I valori degli indici vanno raccolti in tabelle.

La misura di L_{vi} può essere eseguita mediante:

- l'illuminamento E prodotto da tutte le sorgenti di luce misurato all'altezza dell'occhio in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione considerata;
- la misura degli angoli compresi fra la direzione di osservazione e le direzioni di provenienza della luce emessa da tutti gli apparecchi illuminanti.

Le misurazioni devono essere eseguite a 150 cm dal suolo. La misura dei proiettori installati su un sostegno va effettuata schermato l'apparecchio luminoso da tutte le radiazioni luminose non appartenenti al sostegno in oggetto. In caso di proiettori disposti su file continue, si dividerà ogni fila in segmenti che sottendono angoli superiori a 5°, e per ciascuno di essi dovrà considerarsi una misura rivolta verso il suo centro. Durante le misure devono essere schermate le radiazioni luminose provenienti dai proiettori limitrofi.

Misura del colore della luce

La misura del colore della luce incidente l'area di gioco viene effettuata posizionando un colorimetro nei centri dei quattro quadranti in cui può suddividersi l'area di gioco, ad un'altezza di 150 cm dal suolo.

Art. 33. Impianti elettrici in generale

33.1 Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici

Dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia, ove queste, per detti materiali e apparecchi, risultassero pubblicate e corrispondessero alle specifiche prescrizioni progettuali.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente (ENEC-03).

NORME IMPIANTI ELETTRICI

CEI 64-7 – *Impianti elettrici di illuminazione pubblica.*

CEI 64-8 – *Impianti elettrici utilizzatori. Norme generali;*

CEI 23-17 – *Tubi protettivi pieghevoli autorinvenenti di materiale termoplastico autoestinguente;*

CEI 17-13/1 – *Quadri elettrici;*

CEI 20-15 – *Cavi isolati con gomma GI con grado d'isolamento non superiore a 4 (per sistemi elettrici con tensione nominale sino a 1kV);*

CEI 20-19 – *Cavi isolati con gomma con tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750V, fasc. 662;*

CEI 20-22 – *Prova dei cavi non propaganti l'incendio;*

CEI 20-35 – *Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale;*

CEI 20-37 – *Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici;*

CEI 20-38 – *Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1: tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV;*

CEI 23-8 – *Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori, fasc. 335;*

CEI 23-51 – *Quadri di uso domestico e similari;*

CEI 64-9 – Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare, fasc. 1020;

CEI 34-2 – Apparecchi d'illuminazione, fasc. 1348.

33.2 Oneri specifici per l'appaltatore

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e, ove possibile, campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto, per consentire la scelta al direttore dei lavori.

Per i corpi illuminanti, l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.

Eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali dovranno essere segnalate al direttore dei lavori.

33.3 Modalità di esecuzione degli impianti

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali.

In generale, l'appaltatore dovrà seguire le indicazioni del direttore dei lavori in caso di problemi di interpretazione degli elaborati progettuali.

Al termine dell'esecuzione degli impianti, l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità come previsto dal D.M. n. 37/2008.

Art. 34. Cavidotti

34.1 Esecuzione di cavidotti

I cavi interrati, secondo la norma **CEI 11-17, art. 2.3.11**, possono essere collocati nei seguenti modi:

- direttamente nel terreno;
- entro tubi;
- in condotti o cunicoli.

In tutti i casi i cavi dovranno essere muniti di guaina.

34.2 Posa direttamente nel terreno

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza. Tale protezione non è richiesta per i cavi realizzati con armatura metallica costituita da fili di spessore di almeno 0,8 mm.

I cavi dovranno essere posti su letto di sabbia o terra vagliata per evitare danneggiamenti al cavo durante la posa in opera e il successivo riempimento.

34.3 Posa entro tubazione interrata

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza.

Con riferimento alla norma **CEI 23-46**, in caso di impiego di tubazioni resistenti ad azioni meccaniche da normali attrezzi da scavo, non è richiesta una profondità minima di collocazione.

34.4 Posa in condotti o cunicoli interrati

In caso di condotti o cunicoli interrati non è richiesta alcuna profondità minima di collocazione.

34.5 Distanze di rispetto dei cavi interrati

Le distanze di rispetto dei cavi interrati da altri cavi, tubazioni e strutture metalliche di altri servizi, devono rispettare particolari distanze minime.

Distanza da cavi di telecomunicazione

In presenza di intersezione con cavi di telecomunicazione direttamente interrati, secondo la norma **CEI 11-17**, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 30 cm. Inoltre, il cavo superiore dovrà essere protetto per almeno 100 cm. La protezione, realizzata in tubo o canaletta in acciaio inossidabile o zincato, dovrà avere uno spessore di almeno 2 mm. Per distanze inferiori a 30 cm dovrà essere realizzata la protezione anche per il tubo inferiore. Nel caso di cavi paralleli, dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm.

Distanza da tubazioni metalliche

In presenza di intersezione con cavi di tubazioni metalliche direttamente interrati, secondo la norma **CEI 11-17**, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 50 cm. Tale distanza potrà essere ridotta a 30 cm qualora il cavo venga interposto con un elemento separatore non metallico o altro materiale isolante.

Deve essere rispettata la distanza minima di 100 cm delle connessioni dall'intersezione tra le due tubazioni.

Nel caso di cavi paralleli dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm. Il punto 4.3.02 b della norma **CEI 11-17**, adottando particolari accorgimenti, consente distanze inferiori.

Distanza da serbatoi contenenti fluidi infiammabili

In presenza di serbatoi interrati contenenti fluidi infiammabili, i cavi direttamente interrati devono distare almeno 10 cm dalle superfici esterne dei serbatoi.

Distanza da gasdotti

Per le distanze da gasdotti valgono le stesse considerazioni per le tubazioni metalliche.

34.6 Esecuzione di cavidotti lungo strade esistenti

L'esecuzione dei cavidotti lungo le strade esistenti dovrà essere eseguita con le seguenti modalità:

- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in conglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm, e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nei disegni progettuali;
- fornitura e posa, nel numero stabilito nel progetto, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di mm, peso g/m, per il passaggio dei cavi elettrici. Le giunzioni fra tubi e il collegamento dei tubi con pozzetti saranno eseguite mediante idonee sigillature;
- la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno o a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,50 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo e assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
- formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica. Il calcestruzzo sarà superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dalla direzione dei lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici. L'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno sei ore dal termine del getto di calcestruzzo;

- le linee sotterranee in cavo dovranno essere poste almeno a 70 cm dalla superficie del terreno e difese dalle varie eventuali sollecitazioni con opere adatte. Le derivazioni dovranno essere eseguite all'interno di appositi pozzetti.

Art. 35. Linee per energia elettrica

L'appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia. Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:

- cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm²: cavo 1 · a UG5R-0,6/1 kV;
- cavi unipolari con guaina con sezione superiore a 6 mm²: cavo 1 · a RG5R-0,6/1 kV;
- cavi bipolari della sezione di 2,5 mm²: cavo 2 · 2,5 UG5OR-0,6/1 kV.

Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma **CEI 20-13** e varianti, e dovranno disporre di certificazione IMQ o equivalente. Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione planimetrica, il percorso, la sezione e il numero dei conduttori.

L'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato negli elaborati progettuali, salvo eventuali, diverse prescrizioni della direzione dei lavori.

Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrata, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali. In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di 2,5 mm². I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 mm².

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. È consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R, bianco fase S, verde fase T, blu chiaro per il neutro).

I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante.

Art. 36. Cassette, giunzioni, derivazioni, guaine isolanti

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II, tipo SGVP, collocata nell'alloggiamento e con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata e al neutro, escludendo le restanti due fasi. Per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto, altresì, un sezionamento dell'intera linea, facendo transitare le tre fasi e il neutro in una cassetta di connessione collocata nell'asola di un palo, secondo indicazione del direttore dei lavori.

Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole tipo o similare. Dette muffole dovranno essere posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato, che dovrà avere rigidità dielettrica ~ 10 kV/mm. Il tipo di guaina isolante dovrà, comunque, essere approvato dal direttore dei lavori.

Art. 37. Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione

37.1 Grado di protezione

Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere i seguenti gradi di protezione interna minima:

– apparecchi per illuminazione stradale aperti (senza coppa o rifrattore):

- vano ottico = IP X 3;
- vano ausiliari = IP23.

– apparecchi per illuminazione stradale chiusi (con coppa o rifrattore):

- vano ottico = IP54;
- vano ausiliari = IP23.

– proiettori su torri faro o parete (verso il basso) = IP65;

– proiettori sommersi = IP68.

Gli apparecchi dovranno, altresì, essere realizzati in classe II ed essere rispondenti all'insieme delle seguenti norme:

- **CEI 34-21** fascicolo n. 1034 e relative varianti;
- **CEI 34-30** fascicolo n. 773 e relative varianti sui proiettori per illuminazione;
- **CEI 34-33** fascicolo n. 803 e relative varianti sugli apparecchi per illuminazione stradale.

In ottemperanza alla norma **CEI 34-21**, i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, e dovranno, pertanto, essere forniti e dotati di lampade e ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori e accenditori) della stessa casa costruttrice, in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

37.2 Prove

Tali apparecchi devono essere provati secondo le prescrizioni della norma **CEI 34-24**, e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera e all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:

- 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro;
- 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente;
- 10 V per le lampade da 250 W (entrambi i due tipi);
- 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro;
- 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, e in una posizione che li renda visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 (marcatura della norma **CEI 34-21**).

37.3 Requisiti per la prevenzione dell'inquinamento luminoso

Gli apparecchi di illuminazione dovranno presentare caratteristiche per la prevenzione dell'inquinamento luminoso mediante l'uso di lampade full cut-off con vetro piano e trasparente.

In particolare, i corpi illuminanti posti in opera dovranno avere un'emissione nell'emisfero superiore (cioè con $\square \square \geq 90^\circ$) non superiore allo 0% del flusso totale emesso.

Apparecchi di illuminazione con valori superiori di emissione verso l'alto sino al massimo del 3% del flusso luminoso totale emesso potranno essere installati, previa preventiva autorizzazione e a seguito di reali necessità impiantistiche.

37.4 Documentazione tecnica

La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare su supporto cartaceo che sotto forma di file standard.

Tale documentazione dovrà specificare, tra l'altro:

- la temperatura ambiente durante la misurazione;
- la tensione e la frequenza di alimentazione della lampada;
- la norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- l'identificazione del laboratorio di misura;
- la specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- il nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- la corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- il tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e la classe di precisione.

Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura.

Gli apparecchi devono, inoltre, essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

- angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio. In genere, l'inclinazione deve essere nulla (vetro di protezione parallelo al terreno);
- diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1000 lumen;
- diagramma del fattore di utilizzazione;
- classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) e a 80° rispetto alla verticale e alla direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal direttore dei lavori.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere di classe II e, pertanto, si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici, affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento.

Art. 38. Impianto fotovoltaico

38.1 Generalità

I pannelli fotovoltaici saranno installati complanari alle falde oggetto d'intervento.

L'Ente Appaltante indicherà preventivamente eventuali prove da eseguirsi in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegare negli impianti oggetto dell'appalto. Le spese inerenti a tali prove saranno a carico della ditta appaltatrice. In genere non saranno richieste prove per i materiali contrassegnati col Marchio Italiano di Qualità (IMQ) od equivalenti ai sensi della Legge 10 ottobre 1977, n. 791 e s.m.i.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia CEI in lingua italiana. Tali materiali, dei quali sono stati richiesti campioni, potranno essere posti in opera solo dopo l'accettazione da parte dell'Ente Appaltante ovvero dalla Direzione Lavori. Questa dovrà dare il proprio responso entro sette giorni dalla presentazione dei campioni. L'appaltatore non dovrà porre in opera i materiali rifiutati dall'Ente Appaltante provvedendo, quindi, ad allontanarli dal cantiere.

La messa in opera dei componenti elettrici sarà tale da facilitare un'efficace manutenzione e non comprometterà le disposizioni date dai costruttori degli stessi componenti, intese a permettere di effettuare il lavoro di manutenzione e l'esercizio in condizioni di sicurezza (CEI 64-8/7 § 712.513).

38.2 Dati tecnici dell'impianto

L'impianto avrà una potenza di picco (somma delle potenze STC, Standard Test Condition, dei moduli FV) pari a 36 kWp (n. 90 moduli, marca **SUNPOWER**, modello SPR-MAX3-400, in silicio monocristallino o equivalente, da 400 W ciascuno), una **potenza nominale** pari a **50 kW** (potenza attiva massima erogabile, limitata dalla potenza nominale dell'inverter previsto, marca **SOLAREEDGE**, modello **SE50K**, potenza nominale in uscita CA 50,0 kVA o equivalente) ed alimenterà l'intero impianto elettrico utilizzatore esistente; quest'ultimo, risulterà derivato tra il punto di consegna dell'energia del distributore locale ed il dispositivo di interfaccia, esterno all'inverter (vedasi lo schema elettrico dell'impianto); i carichi, dunque, godranno di una continuità di servizio pari a quella assicurata ai normali clienti alimentati dalla rete pubblica. Non è previsto un funzionamento in isola.

La sezione d'impianto PV sarà costituita da n. 1 **generatore PV**, composto da **sei stringhe** sezionabili afferente all'ingresso dell'inverter. I cavi saranno installati in modo tale da rendere minimo il rischio di guasti a terra ed i cortocircuiti utilizzando idonei cavi unipolari provvisti di guaina (CEI 64-8/7 § 712.522.8.19), ovvero cavi H1Z2Z2-K (CPR-UE n° 305/11).

Le condutture saranno idonee a sopportare le influenze esterne previste, quali vento, formazione di ghiaccio, temperatura e radiazione solare (CEI 64-8/7 § 712.522.8.3).

I cavi scelti sono idonei alla posa prevista. Le tubazioni protettive (ove necessarie) saranno di materiale plastico autoestinguente, in vista o sottotraccia (tubo), di dimensioni che consentano la sfilabilità dei cavi secondo quanto consigliato dalla Norma CEI 64-8/5 (diametro interno almeno uguale a 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi, per i tubi). Relativamente alla parte d'impianto lato c.c., essendo presenti due stringhe, si applica una protezione contro il cortocircuito. I contatti indiretti lato c.c. sono realizzati mediante componenti elettrici in classe II o con isolamento equivalente, come raccomandato dalla norma CEI 64-8/7 § 712.413.2 (il collegamento a terra delle cornici telai dei moduli fotovoltaici, ovvero delle relative barre di fissaggio alla copertura, è di funzionamento e non di protezione).

Il conduttore di protezione (PE), avrà sezione almeno pari a 6 mm², con un minimo di 10 mm² per la connessione a terra delle cornici dei moduli fotovoltaici, ovvero delle relative barre (longheroni) di fissaggio.

Per quanto concerne la parte d'impianto lato c.a., ai fini della protezione generale dell'impianto, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 11-20 § 5.7 e della norma CEI 0-21, sono previsti n. 2 Dispositivi Generali di Linea: uno per la sezione di impianto utilizzatore, uno per la sezione di impianto fotovoltaico, posti immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia da parte del Distributore. I dati dispositivi sono costituiti da n. 3 interruttori automatici. In questo caso i contatti indiretti saranno realizzati secondo l'interruzione automatica dell'alimentazione. In tal senso, il cavo di alimentazione PV sarà collegato a monte del dispositivo di protezione previsto per l'interruzione automatica dell'alimentazione dei circuiti alimentanti apparecchi utilizzatori (CEI 64-8/7 § 712.413.1.1.1.2).

La sezione minima del conduttore di protezione (Spe), per ciascun circuito, dipende da quella del relativo conduttore di fase (Sf), in base alle seguenti relazioni:

- $Spe = Sf$, per $Sf < 16 \text{ mm}^2$,
- $Spe = Sf / 2$ (con un minimo di 16 mm²) per $Sf > 16 \text{ mm}^2$.

Se un conduttore di protezione serve più circuiti si considererà la sezione del conduttore di fase più elevata. In particolare, se un conduttore di

protezione non fa parte della stessa conduttura del conduttore di fase, la sua sezione sarà non inferiore a:

- 2,5 mm², se è protetto meccanicamente;

- 4 mm², se è non è prevista una protezione meccanica. Il conduttore di terra dell'impianto PV (IG10) sarà collegato al collettore di terra esistente.

Sono stati previsti degli idonei SPD per la protezione dalle sovratensioni dei moduli fotovoltaici e dell'inverter (lato CC e CA).

NORME DI RIFERIMENTO

CEI 0-2: "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"; fascicolo 6578 G; settembre 2002.

CEI 0-21: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica"; fascicolo 15024; Aprile 2019.

CEI 11-20: "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria"; fascicolo 5732; agosto 2000.

CEI 11-20 V1: "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria"; variante; fascicolo 7394; agosto 2004.

CEI 11-20 V2: "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria"; variante; fascicolo 8982; agosto 2007.

CEI 64-8/1 /2 /3 /4 /5 /6 /7: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"; fascicoli da 11956 a 11962; giugno 2012.

CEI 64-8 V1: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"; variante; fascicolo 15052; marzo 2017.

CEI 64-8 V2: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"; variante; fascicolo 14291; agosto 2015.

CEI 64-8 V3: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"; variante; fascicolo 15527; marzo 2017.

CEI 64-8 V4: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"; variante; fascicolo 15527; maggio 2017.

CEI 64-50: "Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici, e di trasmissione dati. Criteri generali"; fascicolo 8874; giugno 2007.

CEI 64-53: "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. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale"; fascicolo 8877; giugno 2007.

CEI EN 60529 (CEI 70-1): "Gradi di protezione degli involucri (codice IP)"; fascicolo 3227 C; giugno 1997. 14. CEI EN 60529 (CEI 70-1) V1: "Gradi di protezione degli involucri (codice IP)"; variante; fascicolo 5682; giugno 2000.

CEI 81-3 "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico"; fascicolo 5180; maggio 1999.

CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"; fascicolo 12772; febbraio 2013.

CEI EN 62305-1/EC1 (CEI 81-10/1-EC1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"; errata corregge; fascicolo 13226; novembre 2013.

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"; fascicolo 12773; febbraio 2013.

CEI EN 62305-2/EC1 (CEI 81-10/2-EC1): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"; errata corregge; fascicolo 13251; novembre 2013.

CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"; fascicolo 12774; febbraio 2013.

CEI EN 62305-3/EC1 (CEI 81-10/3-EC1): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"; errata corregge; fascicolo 13252; novembre 2013.

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"; fascicolo 12775; febbraio 2013.

CEI EN 62305-4/EC1 (CEI 81-10/4-EC1): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"; errata corregge; fascicolo 13253; novembre 2013.

CEI 81-10 V1: "Protezione contro i fulmini"; variante; fascicolo 9491; settembre 2008.

CEI EN 62305-3/A11 (CEI 81-10/3;V1): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"; variante; fascicolo 9882; luglio 2009.

CEI EN 61727 (CEI 82-9): "Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete"; fascicolo 3494; giugno 1997. 27. CEI 82-25: "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione"; fascicolo 10668 C; settembre 2010.

CEI 82-25 V1: "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione"; variante; fascicolo 11555; Ottobre 2011.

CEI 82-25 V2: "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione"; variante; fascicolo 12562; Ottobre 2012. "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione"; ed. 5.0; marzo 2015.

DISPOSIZIONI DI LEGGE E DELIBERE DELL'AEEG

Legge n. 186, 1 marzo 1968, "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici" (G. U. n. 77 del 23 marzo 1968).

Decreto n. 37, 22 gennaio 2008 "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" (G.U. n. 61 del 12 marzo 2008) e s.m.i.

Delibera n. 224/00 dell'Autorità per L'Energia Elettrica e il Gas del 6 dicembre 2000: "Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW".

Delibera n. 88/07 dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas del 11 aprile 2007 "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione".

Delibera n. 89/07 dell'Autorità per L'Energia Elettrica e il Gas del 11 aprile 2007: "Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale a 1 kV".

Delibera n. 90/07 dell'Autorità per L'Energia Elettrica e il Gas del 11 aprile 2007: "Attuazione del decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici".

Delibera ARG/elt n. 74/08 dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas del 03 giugno 2008 "Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP)".

Delibera ARG/elt n. 99/08 dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas del 23 luglio 2008 "Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive - TICA)".

Delibera ARG/elt n. 161/08 dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas del 17 novembre 2008 "Modificazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 13 aprile 2007, n. 90/07, in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici".

Delibera ARG/elt n. 179/08 dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas dell'11 dicembre 2008 "Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica".

Delibera ARG/elt n. 205/08 dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas del 23 dicembre 2008 "Istituzione di un'anagrafica per gli impianti di produzione di energia elettrica e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica".

Delibera ARG/elt n. 01/09 dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas del 9 gennaio 2009 "Attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto".

Delibera ARG/elt n. 130/09 dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas del 21 settembre 2009 "Modifiche delle modalità e delle condizioni per le comunicazioni di mancato avvio dei lavori di realizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica di cui alla deliberazione ARG/elt 99/08 (TICA)".

Delibera ARG/elt n. 125/10 dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas del 4 agosto 2010 "Modifiche e integrazioni alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione (TICA)".

Decreto del Ministero dello sviluppo economico 10 settembre 2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili". 16. Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE".

Delibera ARG/elt n. 51/11 dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas del 28 aprile 2011 "Interpretazione autentica della definizione di "data di completamento della connessione" e modifica dell'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008, ARG/elt 99/08 e dell'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità 20 ottobre 2010, ARG/elt 181/10, in materia di connessioni degli impianti di produzione di energia elettrica".

Delibera n. 84/12/R/EEL dell'Autorità per L'Energia Elettrica ed il Gas del 08 marzo 2012 "interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale".

Art. 39. Impianti idrico-sanitari

39.1 Caratteristiche dei materiali

I materiali e gli oggetti, così come i loro prodotti di assemblaggio (gomiti, valvole di intercettazione, guarnizioni ecc.), devono essere compatibili con le caratteristiche delle acque destinate al consumo umano, quali definite nell'allegato I del D.Lgs. n. 31/2001. Inoltre, essi non devono, nel tempo, in condizioni normali o prevedibili d'impiego e di messa in opera, alterare l'acqua con essi posta a contatto conferendole un carattere nocivo per la salute e/o modificandone sfavorevolmente le caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e microbiologiche.

I materiali e gli oggetti non devono, nel tempo, modificare le caratteristiche delle acque poste con essi a contatto, in maniera tale da rispettare i limiti vigenti negli effluenti dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

Prescrizioni normative

Ai sensi dell'art. 1, lettera d) del D.Lgs. 22 gennaio 2008, n. 37, sono soggetti all'applicazione dello stesso decreto gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici, a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore.

Per i criteri di progettazione, collaudo e gestione valgono le seguenti norme:

UNI 9182 – Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;

UNI EN 12056-1 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Requisiti generali e prestazioni;

UNI EN 12056-2 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo;

UNI EN 12056-3 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo;

UNI EN 12056-4 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo;

UNI EN 12056-5 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.

Per i disegni tecnici, le norme di riferimento sono le seguenti:

UNI 9511-1 – Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico;

UNI 9511-2 – Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria;

UNI 9511-3 – Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica;

UNI 9511-4 – Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione;

UNI 9511-5 – Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate.

39.2 Contatori per acqua

Contatori per acqua fredda

I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori a 35°C potranno essere dei seguenti tipi:

- tipo a turbina, a getto multiplo o unico, a quadrante asciutto o bagnato;

- a mulinello (Woltmann), in esecuzione chiusa o a revisione.

I contatori a turbina a getto unico saranno di solito impiegati per acque con tendenza a formare incrostazioni, e, in questo caso, si darà la preferenza a contatori a quadrante bagnato.

Per la misura di portate rilevanti e non soggette a notevoli variazioni (condotte prementi, circuiti di raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).

Per quanto riguarda definizioni, requisiti e prove di attacchi, si farà riferimento alle seguenti norme (valide per i contatori a turbina; per i contatori a mulinello si ricorrerà alle norme solo in quanto ad essi applicabili):

- definizioni e prove: **UNI 1075-1** e **UNI 1075-2**;

- dimensioni e quadranti: **UNI 1064 -1067**;

- montaggi sulla tubazione: **UNI 1073 – 1074**, **UNI 2223** e **UNI 2229**.

I contatori devono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro resistenza meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35 °C. Detti materiali devono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché capaci di resistere ad ogni possibile attacco chimico dell'acqua.

Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e riparazione. I quadranti dovranno essere in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo, anche se immersi nell'acqua. I rulli, nei contatori a lettura diretta, dovranno essere in materiale

rigorosamente inossidabile. I vetri, inoltre, dovranno essere ben trasparenti, senza difetti, e idonei a sopportare un'eventuale sovrappressione per colpo d'ariete.

Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100°C. Per le prove d'accettazione si applicherà la norma **UNI 8349 – Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove.**

39.3 Criteri di esecuzione

Posa in opera delle tubazioni

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni previste dal punto 19 della norma **UNI 9182**. In generale, le tubazioni devono essere collocate in modo tale da consentire la corretta esecuzione anche del rivestimento isolante e le necessari operazioni di manutenzione e di ispezione.

Le tubazioni per l'acqua calda devono essere dotate di idonei compensatori di dilatazione.

L'appaltatore non deve collocare le tubazioni per adduzione acqua:

- all'interno delle cabine elettriche;
- sopra quadri e apparecchiature elettriche;
- all'interno di locali per deposito rifiuti;
- all'interno di locali per deposito di prodotti inquinanti.

In particolare, le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo per angoli superiori a 45°, né sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni, se interrate devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60°C e durezza inferiore a 10°F e non devono essere precedute da serbatoi o da tratti di tubazione in rame.

Ancoraggi delle tubazioni a vista

Gli ancoraggi e i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti nei modi seguenti:

- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo. Per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali, e mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni, e, comunque, a distanza tale da evitare avvallamenti.

Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dal punto 24 della norma **UNI 9182**, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:

- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione e di eventuali materiali estranei;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti e degli apparecchi sanitari;
- disinfezione mediante immissione nella rete idrica di cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela di acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potabile. La miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno otto ore. Deve essere garantita la presenza di almeno 50 ppm di cloro residuo da verificare mediante prelevamento in diversi punti della distribuzione;
- risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successivamente i campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analisi sono fondamentali e indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.

I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la differenza che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo per un tempo minimo di due ore.

Durante la disinfezione, l'impresa appaltatrice deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi (avvisi, segnali, ecc.) per impedire il prelevamento d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.

In caso di modifiche o di ampliamento dell'impianto di distribuzione, deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e di disinfezione.

39.4 Isolamento termico

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica, per due distinti scopi:

- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria nelle tubazioni e nelle apparecchiature attraversate da acqua fredda;
- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni e nelle apparecchiature attraversate da acqua calda.

Materiali isolanti

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo, saranno costituiti da:

- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartone catramato;
- sughero, in lastre o coppelle, aventi spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 120 kg/m³.

39.5 Protezione contro la corrosione

Generalità

L'espressione *protezione contro la corrosione* indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare che si verifichino le condizioni per certe forme di attacco dei manufatti metallici, dovute – per la maggior parte – ad una azione elettrochimica.

In linea generale, occorrerà evitare che si verifichi una disimmetria del sistema metallo-elettrolita, per esempio il contatto di due metalli diversi, aerazione differenziale, ecc.

Le protezioni possono essere di tipo passivo, di tipo attivo, o di entrambi i tipi.

La protezione passiva consiste nell'isolare le tubazioni dall'ambiente esterno e fra loro, mediante idonei rivestimenti superficiali di natura organica e inorganica, e/o interrompere la continuità di ciascuna tubazione interponendo speciali giunti dielettrici.

La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche, in modo da evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

Mezzi impiegabili per la protezione passiva

I mezzi per la protezione passiva delle tubazioni possono essere costituiti da:

- speciali vernici bituminose, applicate a caldo o a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminoso;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto, cemento o in resine sintetiche, usabili per l'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, devono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non devono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto dell'applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.

Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

Mezzi impiegabili per la protezione attiva

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna impressa o vagante, deve essere effettuata mediante protezione catodica, sovrapponendo alla corrente di corrosione una corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.

L'applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli elementi delle tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

Protezione passiva e attiva

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risultassero sufficientemente difese, dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva, adottando uno dei sistemi già illustrati.

39.6 Rete di ventilazione

Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

Per ventilazione di un impianto idrosanitario si intende il complesso di colonne e diramazioni che collegano le colonne di scarico e i sifoni dei singoli apparecchi sanitari con l'aria esterna, al fine di evitare pressioni e depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazione sono le tubazioni che collegano i sifoni degli apparecchi con le colonne di ventilazione, ovvero tubazioni verticali parallele alle colonne di scarico.

La ventilazione degli impianti sanitari per lo smaltimento verso l'esterno di cattivi odori può essere realizzata nei seguenti modi:

- *ventilazione primaria*: è ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edificio, preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio, per un'altezza di almeno un metro. Il punto terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo anti-pioggia. È consigliabile installare il tipo girevole, in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto al direzione del vento;

- *ventilazione a gancio*: è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipico dei servizi igienici di edifici pubblici, applicando la ventilazione all'estremità dei collettori di scarico in prossimità della parte terminale fino al di sopra degli apparecchi serviti. Nel caso in cui gli apparecchi sanitari siano più di tre, dovrà effettuarsi la ventilazione anche in una posizione intermedia del collettore di scarico;

- *ventilazione unitaria*: è ottenuta ventilando i sifoni di tutti gli apparecchi sanitari. L'attacco della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone, senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

In assenza di precise indicazioni progettuali si farà riferimento ai punti 3.3 e 7 della norma **UNI EN 12056-1**. In generale, per i vasi dovranno adoperarsi diametri di almeno 40 mm, e di 32 mm negli altri casi.

Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'acqua di qualsiasi natura, né essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori da ambienti e simili.

Tabella 79.1 - Diametri interni delle diramazioni di ventilazione secondaria

Apparecchio sanitario	Diametro [mm]
Bidè	35
Lavabo	35
Vasca da bagno	40
Vaso a cacciata	50
Vaso alla turca	50
Lavello	40
Orinatoio sospesi	40
Orinatoio a stallo	50
Piatto doccia	40
Fontanella	25
Lavapiedi	40
Scatola sifonata	40

Tabella 79.2 - Diametri della diramazione di ventilazione per più apparecchi sanitari

Gruppo di apparecchi senza vasi		Gruppo di apparecchi con vasi	
Unità di scarico	Diramazione di ventilazione	Unità di scarico	Diramazione di ventilazione
1	35	fino a 17	50
2 a 8	40	18 a 36	60
9 a 18	50	37 a 60	70
19 a 36	60		

Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete di ventilazione, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, o a freddo con opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);

- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena o elettrica;

- PVC con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;

- fibrocemento;

- polipropilene;

- polietilene ad alta densità.

Altri sistemi di ventilazione degli impianti idrosanitari, diversi da quelli progettuali esecutivi, dovranno essere autorizzati dalla direzione dei lavori, aggiornando successivamente il piano di manutenzione dell'opera.

Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del diametro della corrispondente colonna di scarico, senza superare i 50 mm.

Nel caso in cui una diramazione di ventilazione raccolga la ventilazione singola di più apparecchi sanitari, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante, e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico e alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

39.7 Rete di scarico delle acque reflue

Generalità. Classificazioni

Con il nome generico di *scarichi* si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane dovranno essere separate fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili o incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas e acidi corrosivi.

Le tubazioni di scarico vengono distinte in:

- diramazioni di scarico, costituite dai tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alla colonna;
- colonne di scarico, costituite da tronchi di tubazione verticale;
- collettori di scarico, costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni posti alla base delle colonne con la funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (racordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

Materiali

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali, e a loro completamento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito indicate.

Vale, inoltre, quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI EN 12056-1**.

I tubi utilizzabili di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua, devono rispondere alla norma **UNI EN 10224**.

Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose.

Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume ecc.) e, comunque, non deve essere danneggiato o staccato (in tal caso, il tubo deve essere eliminato).

I tubi di ghisa devono essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine.

I tubi di grès ceramico devono rispondere alla norma **UNI EN 295** (varie parti) e quelli di fibrocemento devono rispondere alla norma **UNI EN 588-1**.

I tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio, devono rispondere, infine, alla norma **UNI SPERIMENTALE 9534** (n.d.r. norma ritirata senza sostituzione);

I tubi di materiale plastico comprendono:

- tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati;
- tubi di PVC per condotte interrate;
- tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte interrate;
- tubi di polipropilene (PP);

Per gli scarichi e i sifoni di apparecchi sanitari si veda l'articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua.

In generale, i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
- impermeabilità all'acqua e ai gas, per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita degli odori;
- resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
- resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90°C circa;
- opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
- resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
- resistenza agli urti accidentali.

In generale, i prodotti e i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

- conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute 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 i sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo.

Le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Criteri di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto, si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e, qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Vale, inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI EN 12056-1**.

Nel suo insieme, l'impianto deve:

- essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia;
- permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti;
- interventi distruttivi di altri elementi della costruzione;
- permettere l'estensione del sistema, quando previsto, e il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o 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 D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrato.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali e orizzontali) e sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali e i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente, e in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità o altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e, comunque, a non meno di dieci volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma **UNI EN 12056-1**. 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 del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al di sotto del più basso raccordo di scarico;

Devono, inoltre, essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni dieci connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili, e a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra, oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. La loro posizione deve trovarsi:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare, per tubi con diametro sino a 100 mm, e ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere sempre consentite e gli spazi devono essere accessibili, così da consentire di operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm, bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e, comunque, ogni 40-50 m.

I supporti di tubi e apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione. In particolare, quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm; ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm; ogni metro per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente, e in quanto a durezza, con il materiale costituente il tubo.

Si devono prevedere giunti di dilatazione per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente e alla presenza di punti fissi, quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati, con possibilità di un secondo attacco.

Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PEad) o acciaio. Le diramazioni devono convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari, senza eccessive pressioni o formazione di perturbazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti.

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni di materiali plastici, il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo degli scarichi (a bassa e ad alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati B), sia nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (marcati BD), si applicheranno le disposizioni della norma **UNI EN 1329-1**.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

Tabella 79.3 - Diametro minimo delle diramazioni di scarico in funzione della pendenza

Diametro minimo [mm]	Max numero unità di scarico con pendenza		
	1%	2%	4%
35 (senza vasi)	1	1	1
40 (senza vasi)	2	3	4
50 (senza vasi)	4	5	6
60 (senza vasi)	7	10	12
70 (senza vasi)	12	15	18
80 (senza vasi)	22	28	34
80 (max 2 vasi)	14	16	20
100	80	90	100
125	120	160	200
150	250	300	400

Tabella 79.4 - Diametro minimo delle diramazioni di scarico interne in funzione delle unità di scarico

Apparecchio sanitario	Diametro minimo [mm]	Unità di scarico
Lavabo	35	1-2
Lavello da cucina	40	3
Vaso a cacciata	100	2-4
Vaso ad aspirazione	80	6
Vaso alla turca	100	7-8
Vasca da bagno	40-50	3-4
Doccia	40-50	2-3

Piletta	40	3
Bidè	35	1-2
Orinatoio	40	2-4
Lavapedi	40	2
Vuotatoi	100	8

Colonne di scarico

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PEad), acciaio, acciaio smaltato o gres.

Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scarico delle diramazioni servite e dall'altezza della colonna. Tale diametro deve essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della colonna superiori a 45° rispetto alla verticale, si rimanda alle disposizioni della norma **UNI EN 12056-1**, che prevede la suddivisione della colonna in tratti.

Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o in acciaio zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due ancoraggi (del tipo a manicotti scorrevoli) posti sotto il bicchiere.

Tabella 79.5 - Diametro minimo delle colonne di scarico

Diametro minimo [mm]	Max numero unità di scarico		Lunghezza max della colonna [m]
	per ogni piano	per tutta la colonna	
40 (senza vasi)	3	8	14
50 (senza vasi)	5	18	18
60 (senza vasi)	8	25	25
70 (senza vasi)	20	35	30
80	40	70	50
100	100	350	80
125	200	800	100
150	300	1200	140

Collettori di scarico

I collettori di scarico devono essere collocati in modo da avere la massima pendenza possibile e la minima lunghezza. Gli eventuali cambiamenti di direzione devono avvenire mediante curve ampie con angolo non superiore ai 45°. In prossimità del cambiamento di direzione da verticale ad orizzontale, devono usarsi due mezze curve a 45°, in modo da formare una curva più ampia possibile.

I collettori di scarico a soffitto devono essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere e, in generale, ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico (per le tubazioni in gres tale distanza deve essere ridotta ad 1 metro). I collari di sostegno a soffitto possono essere del tipo a nastro regolabile o a collare pesante in metallo o in PVC.

I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno, di un idoneo dispositivo ispezionabile a chiusura idraulica provvisto di attacco per la ventilazione.

Nei collettori deve essere assicurata una velocità di deflusso non inferiore a 0,6 m/s, in modo da evitare la separazione dei materiali solidi da allontanare. L'eventuale velocità massima di deflusso deve essere compatibile con il materiale componente il collettore, in modo da non provocare forme di abrasione della superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso deve essere compresa tra 0,7 e 2,5 m/s.

La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

Tabella 79.6. - Collettori di scarico: diametro minimo in funzione della pendenza

Diametro minimo [mm]	Max numero unità di scarico con pendenza		
	2%	3%	4%
35 (senza vasi)	30	40	60
80 (senza vasi)	80	40	60
100	80	100	150
125	200	250	350
150	500	600	800
200	1500	2000	2500
250	3000	4000	5000
300	5000	6500	8000

Tabella 79.7 - Collettori di scarico: velocità dell'acqua e massimo numero di unità di scarico in funzione del diametro e della pendenza

Diametro colonna	Velocità [m/s] pendenza [%]				Carico US Pendenza [%]		
	0,5	1	2	4	1	2	4
50	0,31	0,44	0,62	0,88	-	21	26
65	0,34	0,49	0,68	0,98	-	24	31
80	0,38	0,54	0,76	1,08	20	27	36
100	0,44	0,62	0,88	1,24	180	216	250
125	0,49	0,69	1,08	1,39	390	480	575
150	0,54	0,76	1,24	1,52	700	840	1000
200	0,62	0,88	1,29	1,75	1600	1920	2300
250	0,69	0,98	1,39	1,96	29900	3500	4200
300	0,75	1,07	1,47	2,06	4600	5600	6700

Tabella 79.8 - Collettori di scarico: pendenze minime consigliate per i tratti sub-orizzontali

Tubazione	Pendenza [%]
gres o piombo	0,5
ghisa, acciaio, materiale plastico	1
fibrocemento	1,5
cemento	2

Tabella 79.9 - Diametri indicativi delle tubazioni di scarico di alcuni apparecchi idrosanitari

Apparecchio idrosanitario	Diametro minimo interno del sifone e dello scarico [mm]
Lavabo	32
Vaso a sedere normale	100
Vaso a sedere ad aspirazione	75
Vaso alla turca	100
Vasca da bagno	50
Bidè	32
Doccia	50
Lavastoviglie, lavatrice	40
Orinatoio sospeso	40
Orinatoio a stallo verticale	50
Orinatoio ad aspirazione	32
Lavello da cucina di appartamento	40
Lavello da cucina di ristorante	75
Lavabo da ristorante	50
Lavabo da laboratorio	40
Vuotatoio	100
Lavapiedi	40
Lavatoio	40
Fontanella d'acqua da bere	32
Chiusino a pavimento	50

Dispositivo a chiusura idraulica

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

Pozzetti di ispezioni

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o a ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico servita.

Tabella 79.10 - Dimensioni indicative di pozzetti di ispezione

Profondità [cm]	Dimensioni interne del pozzetto [cm]	Muratura	Chiusino dimensione esterne [cm]
< 90	52 · 52	a una testa	64 · 64
90-250	82 · 82	a due teste	84 · 84
>250	Ø 90	CLS prefabbricato	84 · 84

39.8 Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali*Generalità*

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:

- canali di gronda: lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PEad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, PVC, polietilene ad alta densità (PEad), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

Materiali e criteri di esecuzione

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali, si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- in generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine e ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo), combinati con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto al punto a), se di metallo devono resistere alla corrosione; se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture; se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti a quanto specificato al punto a);
- i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;

- per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Per quanto riguarda i dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli, vale la norma **UNI EN 124**.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale, inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma **UNI EN 12056-3**.

I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm, e i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto, di materiale compatibile con quello del tubo.

I bocchettoni e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate, deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.

Per i pluviali e i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.), per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno, per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalle converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti; eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla Direzione dei lavori.

Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo.

I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

Tabella 79.11 - Dati dimensionali dei lamierini

Spessore [mm]	Peso [kg/dm ³]	Dimensioni	
		Larghezza [mm]	Lunghezza [mm]
4/10	3,20	1000	2000
6/10	4,80	1100	3000
8/10	6,40	1300	3000
10/10	8,00	1400	3500
12/10	9,60	1500	4000
14/10	11,20	1500	4000
16/10	12,80	1500	4000
18/10	14,40	1500	4000
2	16,00	1500	5000
2 ½	20,00	1600	6000
3	24,00	1800	10.000

Tabella 79.12 - Dati dimensionali delle lamiere zincate

Lastre piane 1 · 2	
Spessore [mm]	Peso [kg]
3/10	6,80
4/10	8,00
5/10	9,50
6/10	11,50
8/10	14,00
10/10	17,00
12/10	20,00
15/10	25,00
20/10	34,00

Tabella 79.13 - Dati dimensionali dei canali di gronda delle lamiere zincate (peso in kg)

Spessore [mm]	Per bocca di sviluppo [cm]				
	15 · 25	18 · 30	19 · 33	20 · 25	22 · 40
4/10	1,00	1,20	1,30	1,40	1,60
5/10	1,20	1,50	1,60	1,70	1,90
6/10	1,40	1,70	1,90	2,00	2,20
8/10	1,70	2,00	2,30	2,50	2,70
10/10	2,20	2,50	2,85	3,10	3,40

Pluviali

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere. Inoltre, per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette; a tal fine, tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata.

L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma.

L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.

I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.

I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, che deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso, il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.

I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

Tabella 79.14 - Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)

Spessore [mm]	Per diametro [mm]						
	80	85	90	95	100	110	120
3,5/10	1,00	1,10	1,15	1,20	1,25	1,35	1,45
4/10	1,15	1,20	1,30	1,35	1,40	1,50	1,60
5/10	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
6/10	1,65	1,75	1,85	2,00	2,10	2,25	2,40
8/10	2,00	2,15	2,30	2,45	2,50	2,60	2,80
10/10	2,40	2,55	2,80	2,90	3,00	3,15	3,40

Tabella 79.15 - Diametro dei canali di gronda e dei pluviali in funzione della superficie del tetto

Superficie del tetto in proiezione orizzontale [m ²]	Diametro minimo del canale di gronda ¹ [mm]	Diametro interno minimo del canale del pluviale [mm]
fino a 8	80	40
9 a 25	100	50
26 a 75	100	75
76 a 170	(125)	(90)
171 a 335	150	100
336 a 500	200	125
501 a 1000	250	150

¹ Il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.

Collettori di scarico

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla tabella 79.16, in funzione della superficie del tetto. Tali valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chézy-Bazin, in base a:

- un coefficiente di scabrezza = 0,16;
- intensità di pioggia = 100 mm/h;
- coefficienti di assorbimento = 1;
- canali pieni a metà altezza.

Tabella 79.16 - Diametro dei collettori di scarico per pluviali

Diametro minimo del collettore [mm]	Pendenza del collettore			
	1%	2%	3%	4%
	Superficie della copertura [m ²]			
80	50	75	90	110
100	100	135	170	190
125	180	250	310	350
150	300	410	500	600
200	650	900	1100	1280
250	1100	1650	2000	2340
300	1900	2700	3300	3820

Pozzetto a chiusura idraulica

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei lavori.

I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.

Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

- effettuerà le necessarie prove di tenuta;
- eseguirà la prova di capacità idraulica combinata dei canali di gronda (UNI EN 12056-3, appendice A, punto A.1) per i sistemi che prevedono una particolare bocca di efflusso raccordata al tipo di canale di gronda;
- eseguirà la prova di capacità dei canali di gronda (UNI EN 12056-3, appendice A, punto A.2) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso di diversi tipi;
- eseguirà la prova di capacità delle bocche di deflusso (UNI EN 12056-3, appendice A, punto A.3) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso utilizzabili per canali di gronda di diversi tipi;
- eseguirà, al termine dei lavori, una verifica finale dell'opera;

In conformità al D.M. n. 37/2008 l'appaltatore dovrà consegnare al direttore dei lavori la dichiarazione di conformità delle opere di scarico realizzate alle prescrizioni del progetto.

Norme di riferimento

a) canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato:

UNI EN 607 – Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.

b) canali di gronda e pluviali di lamiera metallica:

UNI EN 612 – Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti.

c) supporti per canali di gronda:

UNI EN 1462 – Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.

d) collaudo:

UNI EN 12056-3 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.

Pompe

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico. In particolare, si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basamento di appoggio;
- consentire lo smontaggio e il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;
- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante interposizione di idoneo materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;
- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, o altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;
- garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quanto concerne l'impianto elettrico.

Le pompe dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI ISO 2548 – Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe C;

UNI ISO 3555 – Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.

39.9 Prove e verifiche della rete di distribuzione dell'acqua fredda e calda

Generalità

Le verifiche e le prove indicate ai punti che seguono, devono essere eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori a impianto ultimato, con la redazione del regolare verbale in contraddittorio con l'appaltatore.

Le verifiche e le prove dovranno essere eseguite quando le tubazioni sono ancora in vista, e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta o altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

Prova di tenuta idraulica a freddo delle rete di distribuzione

La prova di tenuta idraulica (**UNI 9182, punto 26.2.1**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, e prima della chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso. Dopo aver riempito

d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione, per almeno quattro ore, la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito.

Tutte le tubazioni in prova complete delle valvole e dei rubinetti di intercettazione mantenuti in posizione aperta saranno provate ad una pressione pari ad una 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto, ma comunque non inferiore a 600 kPa.

La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per *pressione massima di esercizio* si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare l'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 di tenuta sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 24 ore consecutive, non manifesterà perdite e quindi abbassamenti di pressione al di fuori delle tolleranze ammesse di 30 kPa.

La prova può essere eseguita anche per settori di impianto.

Prova idraulica a caldo

La prova idraulica a caldo (**UNI 9182, punto 26.2.2**) deve essere eseguita con le medesime modalità per la rete acqua fredda, ma con riferimento alla rete di distribuzione dell'acqua calda, nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- messa in funzione dell'impianto di preparazione acqua centralizzato per un tempo non inferiore a due ore consecutive, fino al raggiungimento della pressione d'esercizio;

- temperatura iniziale maggiore di almeno 10°C della massima temperatura di esercizio.

La prova sarà ritenuta positiva se non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua.

Prova di erogazione di acqua fredda

La prova di erogazione di acqua fredda (**UNI 9182, punto 26.2.4**) ha lo scopo di accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste nel calcolo per una durata minima di 30 minuti consecutivi.

La prova di erogazione si ritiene superata se, per il periodo prefissato, il flusso dell'acqua da ogni erogazione rimane entro il valore di calcolo con una tolleranza del 10%.

Prova di erogazione di acqua calda

La prova di erogazione di acqua calda (**UNI 9182, punto 26.2.5**) deve essere eseguita nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- durata minima 60 minuti;

- apertura contemporanea di tutti i rubinetti o bocche di erogazione previste nel calcolo meno una.

La prova sarà ritenuta positiva se l'acqua calda viene erogata sempre alla stessa temperatura e portata, ammettendo una tolleranza del 10% rispetto alla temperatura prevista, dopo l'erogazione di 1,5 litri con una tolleranza di 1°C.

Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

La prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria consiste nel controllo della tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente un numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

Misura del livello del rumore

La misura del livello del rumore (**UNI 9182, punto 22**) deve essere effettuata nel rispetto del D.P.C.M. 5 dicembre 1997 – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- 35 dB(A) L_{Amax} con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;

- 25 dB(A) L_{Aeq} per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

Art. 40. Impianti termici

40.1 Generalità

Gli impianti termici possono essere alimentati a:

- combustibili gassosi (D.M. 12 aprile 1996);

- combustibili liquidi (D.M. 28 aprile 2005).

Alcuni aspetti significativi di tali decreti saranno trattati di seguito.

La centrale termica dovrà rispettare le indicazioni delle norme suddette.

40.2 Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi

Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi sono impianti di nuova realizzazione, e devono rispettare le prescrizioni del D.M. 12 aprile 1996. Il decreto riguarda la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei sottoelencati impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW (convenzionalmente, tale valore è assunto corrispondente al valore di 30.000 kCal/h indicato nelle precedenti disposizioni), alimentati da combustibili gassosi alla pressione massima di 0,5 bar:

- climatizzazione di edifici e ambienti;

- produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore;

- forni da pane e altri laboratori artigianali;

- lavaggio biancheria e sterilizzazione;

- cucine e lavaggio stoviglie.

Più apparecchi termici alimentati a gas, di seguito denominati *apparecchi*, installati nello stesso locale o in locali direttamente comunicanti, sono considerati come facenti parte di un unico impianto, di portata termica pari alla somma delle portate termiche dei singoli apparecchi. All'interno di una singola unità immobiliare adibita ad uso abitativo, ai fini del calcolo della portata termica complessiva, non concorrono gli apparecchi domestici di portata termica singola non superiore a 35 kW, quali gli apparecchi di cottura alimenti, le stufe, i caminetti, i radiatori individuali, gli scaldacqua unifamiliari, gli scaldabagno e i lavabiancheria.

Termini, definizioni e tolleranze dimensionali

Ai fini delle presenti disposizioni si applicano i termini, le definizioni e le tolleranze dimensionali approvati con il D.M. 30 novembre 1983. Inoltre, si definiscono:

- apparecchio di tipo A: apparecchio previsto per non essere collegato ad un condotto o ad uno speciale dispositivo per l'evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno del locale di installazione;

- apparecchio di tipo B: apparecchio previsto per essere collegato ad un condotto o ad un dispositivo di evacuazione dei prodotti della combustione verso l'esterno. L'aria comburente è prelevata direttamente dall'ambiente dove l'apparecchio è collocato;

- apparecchio di tipo C: apparecchio con circuito di combustione a tenuta, che consente l'alimentazione di aria comburente al bruciatore con prelievo

diretto dall'esterno e contemporaneamente assicura l'evacuazione diretta all'esterno di prodotti della combustione;

– condotte aerotermitiche: condotte per il trasporto di aria trattata e/o per la ripresa dell'aria degli ambienti serviti e/o dell'aria esterna da un generatore d'aria calda;

– condotte del gas: insieme di tubi, curve, raccordi e accessori uniti fra loro per la distribuzione del gas. Le condotte oggetto della presente regola tecnica sono comprese in una delle seguenti specie definite dai decreti:

- **D.M. 16 aprile 2008** - *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;*

- **D.M. 17 aprile 2008** - *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.*

– gas combustibile: ogni combustibile che è allo stato gassoso alla temperatura di 15°C e alla pressione assoluta di 1013 mar, come definito nella norma **UNI EN 437**;

– generatore di aria calda a scambio diretto: apparecchio destinato al riscaldamento dell'aria mediante produzione di calore in una camera di combustione con scambio termico attraverso pareti dello scambiatore, senza fluido intermediario, in cui il flusso dell'aria è mantenuto da uno o più ventilatori;

– impianto interno: complesso delle condotte compreso tra il punto di consegna del gas e gli apparecchi utilizzatori (questi esclusi);

– impianto termico: complesso dell'impianto interno, degli apparecchi e degli eventuali accessori destinato alla produzione di calore;

– modulo a tubo radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione di calore per irraggiamento, costituito da una unità monoblocco composta dal tubo o dal circuito radiante, dall'eventuale riflettore e relative staffe di supporto, dall'eventuale scambiatore, dal bruciatore, dal ventilatore, dai dispositivi di sicurezza, dal pannello di programmazione e controllo, dal programmatore e dagli accessori relativi;

– locale esterno: locale ubicato su spazio scoperto, anche in adiacenza all'edificio servito, purché strutturalmente separato e privo di pareti comuni. Sono considerati locali esterni anche quelli ubicati sulla copertura piana dell'edificio servito, purché privo di pareti comuni;

– locale fuori terra: locale il cui piano di calpestio è a quota non inferiore a quello del piano di riferimento;

– locale interrato: locale in cui l'intradosso del solaio di copertura è a quota inferiore a + 0,6 m al di sopra del piano di riferimento;

– locale seminterrato: locale che non è definibile né fuori terra né interrato;

– piano di riferimento: piano della strada pubblica o privata o dello spazio scoperto sul quale è attestata la parete nella quale sono realizzate le aperture di aerazione;

– portata termica nominale: quantità di energia termica assorbita nell'unità di tempo dall'apparecchio, dichiarata dal costruttore, espressa in kilowatt (kW);

– pressione massima di esercizio: pressione massima relativa del combustibile gassoso alla quale può essere esercito l'impianto interno;

– punto di consegna del gas: punto di consegna del combustibile gassoso individuato in corrispondenza:

- del raccordo di uscita del gruppo di misurazione;

- del raccordo di uscita della valvola di intercettazione, che delimita la porzione di impianto di proprietà dell'utente, nel caso di assenza del gruppo di misurazione;

- del raccordo di uscita del riduttore di pressione della fase gassosa nel caso di alimentazione da serbatoio.

– serranda tagliafuoco: dispositivo di otturazione ad azionamento automatico destinato ad interrompere il flusso dell'aria nelle condotte aerotermitiche ed a garantire la compartimentazione antincendio per un tempo prestabilito;

– nastro radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione di calore per irraggiamento, costituito da una unità termica e da un circuito di condotte radianti per la distribuzione del calore stesso.

L'unità termica è composta da un bruciatore, da un ventilatore-aspiratore, da una camera di combustione, da una camera di ricircolo, dal condotto di espulsione fumi, dai dispositivi di controllo e sicurezza, dal pressostato differenziale ed eventualmente dal termostato di sicurezza positiva a riarmo manuale.

Le condotte radianti, la cui temperatura superficiale massima deve essere minore di 300°C, devono essere realizzate con materiale resistente alle alte temperature e isolate termicamente nella parte superiore e laterale, e devono essere a tenuta ed esercite costantemente in depressione.

Tali condotte aerotermitiche sono parte integrante dell'apparecchio.

I locali di installazione

Riguardo ai locali di installazione degli apparecchi per il riscaldamento, il D.M. 12 aprile 1996 definisce (figura 81.1):

- locale esterno: locale ubicato su spazio scoperto, anche in adiacenza all'edificio servito, purché strutturalmente separato e privo di pareti comuni.

Sono considerati locali esterni anche quelli ubicati sulla copertura piana dell'edificio servito, purché privo di pareti comuni;

- locale fuori terra: locale il cui piano di calpestio è a quota non inferiore a quello del piano di riferimento;

- locale interrato: locale in cui l'intradosso del solaio di copertura è a quota inferiore a + 0,6 m al di sopra del piano di riferimento;

- locale seminterrato: locale che non è definibile né fuori terra né interrato;

- piano di riferimento: piano della strada pubblica o privata o dello spazio scoperto sul quale è attestata la parete nella quale sono realizzate le aperture di aerazione.

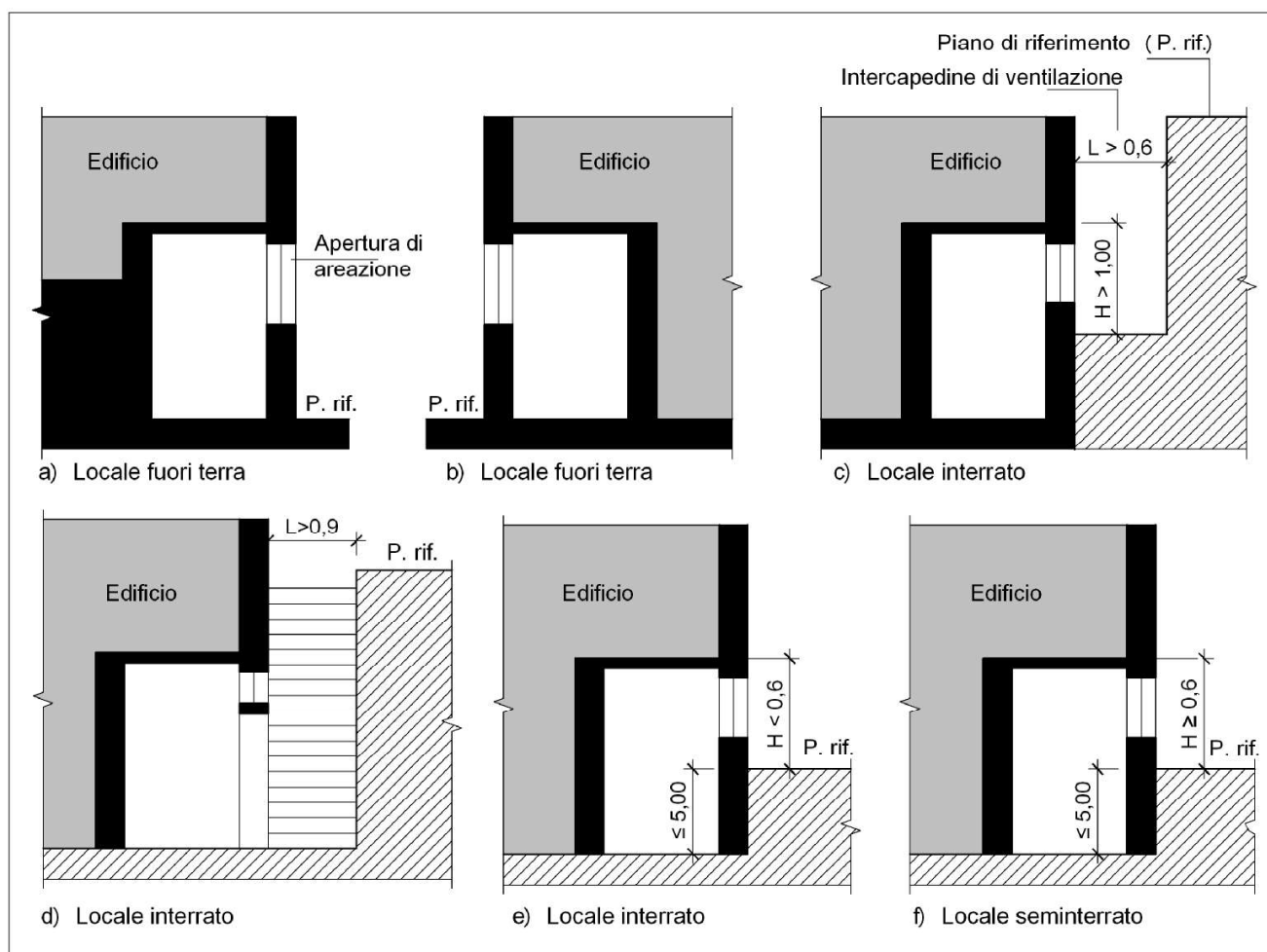


Figura 81.1 - Locali di installazione degli apparecchi degli impianti termici secondo il D.M. 12 aprile 1996

I luoghi di installazione degli apparecchi

Gli apparecchi per la climatizzazione possono essere installati:

- all'aperto;
- in locali esterni;
- in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito.

Gli apparecchi, in ogni caso, devono essere installati in modo tale da non essere esposti ad urti o manomissioni.

L'installazione degli apparecchi all'aperto

Gli apparecchi installati all'aperto devono essere costruiti per tale tipo di installazione.

È ammessa l'installazione in adiacenza alle pareti dell'edificio servito alle seguenti condizioni:

- la parete deve possedere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno REI 30, ed essere realizzata con materiale di classe 0 di reazione al fuoco, nonché essere priva di aperture nella zona che si estende, a partire dall'apparecchio, per almeno 0,50 m lateralmente e 1 m superiormente (figura 81.2).

Qualora la parete non soddisfi in tutto o in parte tali requisiti, gli apparecchi devono distare non meno di 0,6 m dalle pareti degli edifici, oppure deve essere interposta una struttura di caratteristiche non inferiori a REI 120 di dimensioni superiori di almeno 0,50 m della proiezione retta dell'apparecchio lateralmente, e 1 m superiormente.

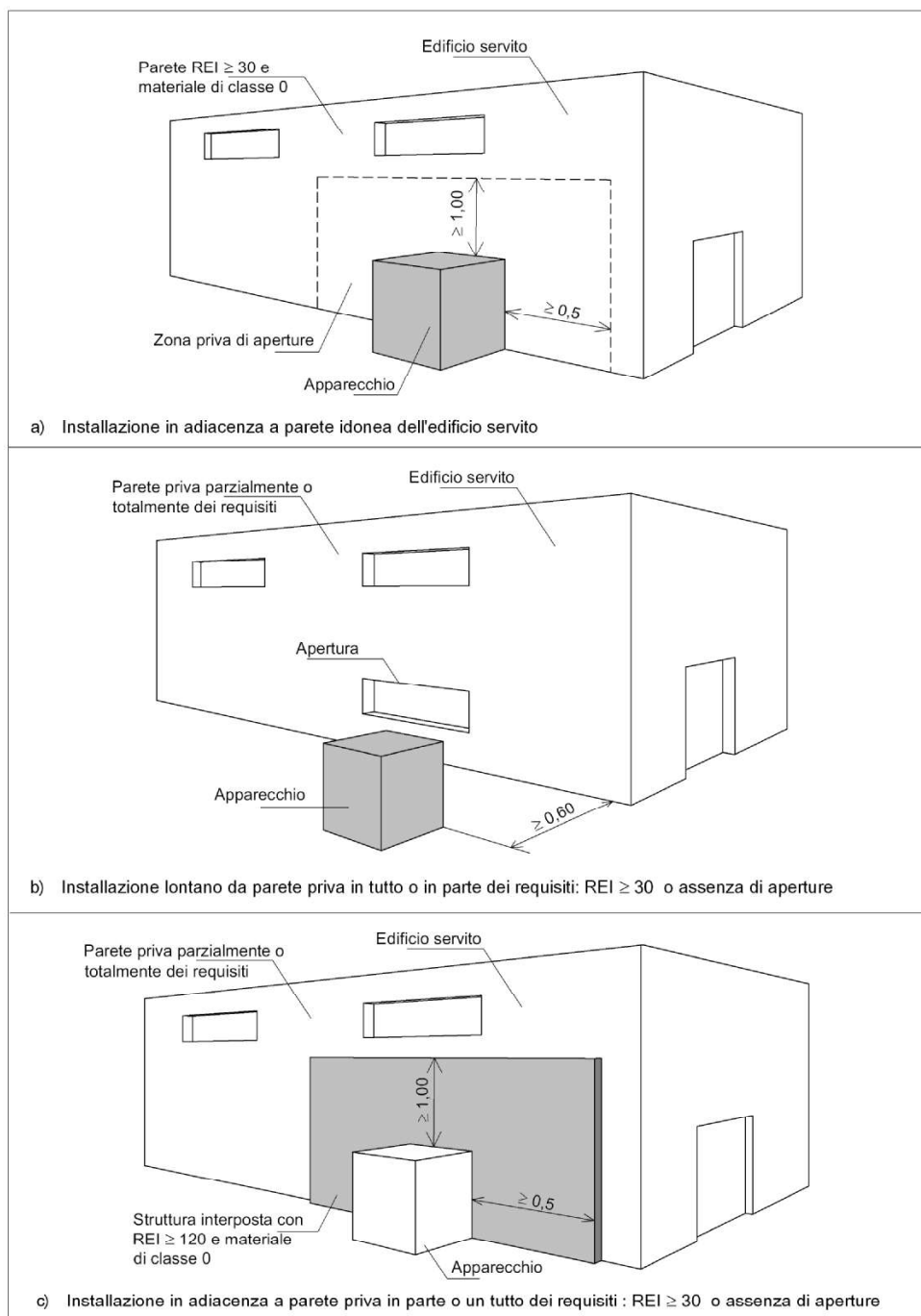


Figura 81.2 - Installazione degli apparecchi all'aperto

Le limitazioni per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

Gli apparecchi con portata termica superiore a 116 kW devono distare non meno di 5 m da (fig. 81.3.):

- cavità o depressioni, poste al piano di installazione degli apparecchi;
- aperture comunicanti con locali sul piano di posa degli apparecchi o con canalizzazioni drenanti.

Tale distanza può essere ridotta del 50% per gli apparecchi di portata termica inferiore a 116 kW.

Le distanze sono meglio riassunte qui di seguito.

$R \geq 2,50$ M	per apparecchi con portata termica $Q \leq 116$ kW
$R \geq 5,00$ M	per apparecchi con portata termica $Q > 116$ kW

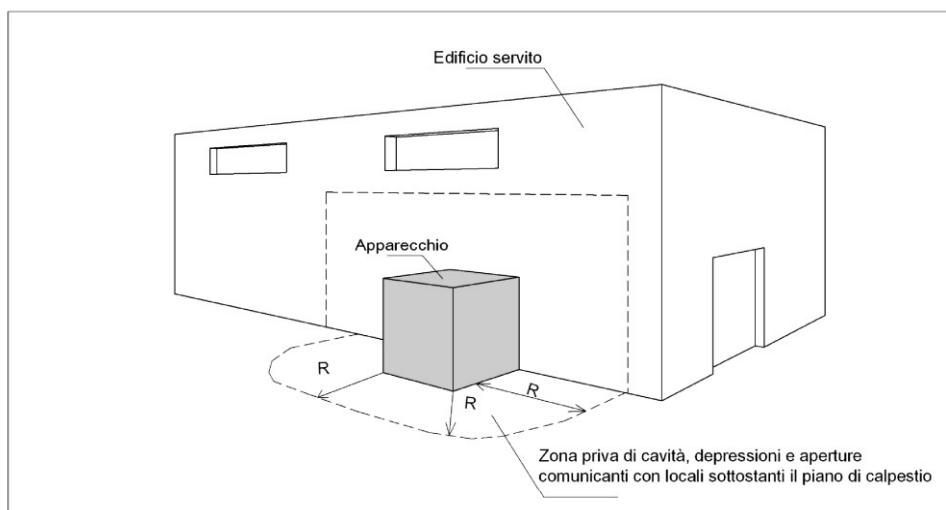


Figura 81.3 - Distanze da rispettare per l'installazione all'aperto degli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

L'installazione in locali esterni

I locali esterni devono essere ad uso esclusivo, realizzati in materiali di classe 0 di reazione al fuoco e ubicati in spazio scoperto (figura 81.4), in adiacenza alla parete esterna dell'edificio servito, purché dotata di caratteristiche non inferiori a REI 30 e materiale di classe 0 di reazione al fuoco e assenza di aperture. Quando la parete non soddisfa in tutto o in parte i requisiti richiesti, il locale può essere:

- ubicato lontano dall'edificio servito e a distanza non inferiore a 0,60 m;
- in adiacenza alla parete, previa interposizione di una struttura con le seguenti caratteristiche:
 - non inferiore a REI 120;
 - di dimensioni maggiori di 0,5 m lateralmente e di 1 m superiormente.

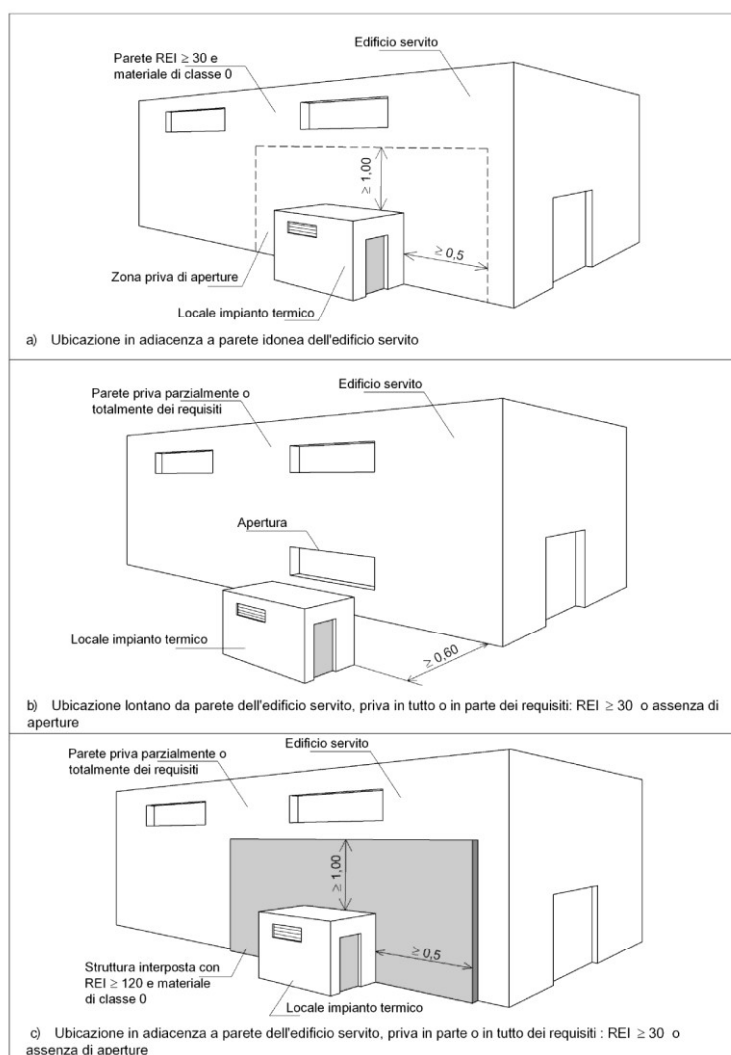


Figura 81.4 - Ubicazione dei locali esterni per l'installazione degli impianti

Le aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia, a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione.

Le aperture di aerazione devono essere realizzate e collocate in modo da evitare la formazione di sacche di gas, indipendentemente dalla conformazione della copertura. Nel caso di coperture piane, tali aperture devono essere realizzate nella parte più alta della parete.

Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore, e al 20% negli altri casi.

Le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm²:

- locali fuori terra: $S = Q \cdot 10$ (con un minimo di 3000 cm²);

- locali seminterrati e interrati, fino a quota - 5 m dal piano di riferimento: $S = Q \cdot 15$ (con un minimo di 3000 cm²);

- locali interrati, a quota compresa tra - 5 m e - 10 m al di sotto del piano di riferimento (consentiti solo per i locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore): $S = Q \cdot 20$ (con un minimo di 5000 cm²).

Q esprime la portata termica in kW, ed S la superficie in cm².

Le limitazioni delle aperture di aerazione per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

La norma stabilisce che almeno i 2/3 della superficie di aerazione devono essere realizzati a filo del piano di calpestio, con un'altezza minima di 20 cm.

Le aperture di aerazione devono rispettare le seguenti distanze R da cavità, depressioni o aperture comunicanti con locali ubicati al di sotto del piano di calpestio o da canalizzazioni drenanti (figura 81.5):

- $R \geq 2,00$ m, per portate termiche (Q) non superiori a 116 kW;

- $R \geq 4,50$ m, per portate termiche (Q) superiori a 116 kW.

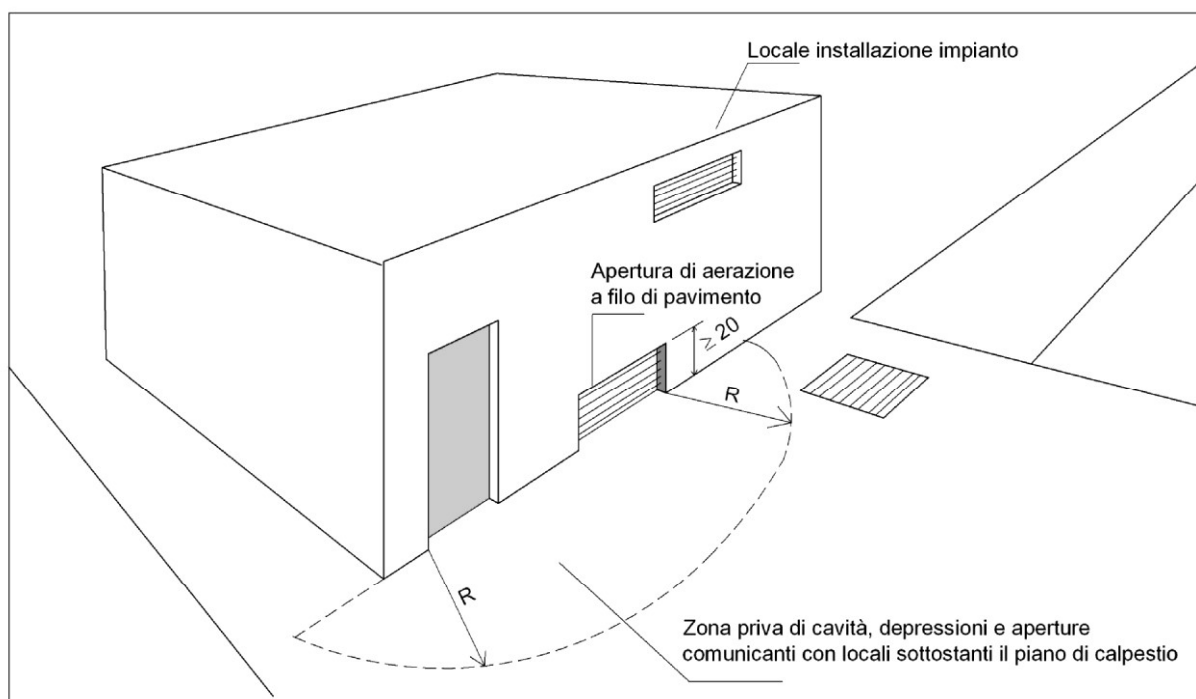


Figura 81.5 - Ulteriori prescrizioni per le aperture di aerazione del locale centrale termica fuori terra, alimentato a gas di rete con densità superiore a 0,8, come prescritto dal D.M. 12 aprile 1996

Le specifiche per le superfici delle aperture di aerazione

La superficie di aerazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 3000 cm², e, nel caso di densità maggiore, di 0,8, inferiore a 5000 cm².

In caso di locali sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo o soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m² o ai relativi sistemi di via di uscita, l'apertura di aerazione si deve estendere a filo del soffitto, nella parte più alta della parete attestata su spazio scoperto o su strada pubblica o privata scoperta, o, nel caso di locali interrati, su intercapedine ad uso esclusivo attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. La superficie netta di aerazione deve essere aumentata del 50% rispetto ai valori indicati per le aperture di aerazione, e, in ogni caso, deve estendersi lungo almeno il 70% della parete attestata sull'esterno, come sopra specificato, per una altezza, in ogni punto, non inferiore a 50 cm. Nel caso di alimentazione con gas a densità superiore a 0,8, tale apertura deve essere realizzata anche a filo del pavimento (figura 81.5).

L'installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito

Le regole generali per l'ubicazione

La norma stabilisce in generale che il piano di calpestio dei locali non può essere ubicato a quota inferiore a 5 m al di sotto del piano di riferimento. In casi particolari può essere ammesso che tale piano sia a quota più bassa e, comunque, non inferiore a - 10 m dal piano di riferimento, ma devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- le aperture di aerazione e l'accesso devono essere ricavati su una o più intercapedini antincendio, attestate su spazio scoperto, non comunicanti con alcun locale e ad esclusivo uso del locale destinato agli apparecchi;

- all'esterno del locale e in prossimità di questo, deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, una valvola automatica del tipo normalmente chiuso, asservita al funzionamento del bruciatore e al dispositivo di controllo della tenuta del tratto di impianto interno tra la valvola stessa e il bruciatore;

- la pressione di esercizio non deve essere superiore a 0,04 bar.

Almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, deve essere confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione e larga non meno di 60 cm, e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. Per meglio comprendere alcuni aspetti di cui sopra, si riportano alcune definizioni del D.M. 30 novembre 1983.

INTERCAPEDINE ANTINCENDI (PUNTO 1.8)

Vano di distacco con funzione di aerazione e/o scarico di prodotti della combustione di larghezza trasversale non inferiore a 60 cm, con funzione di passaggio di persone di larghezza trasversale non inferiore a 90 cm (figura 90.6 (a)).

Longitudinalmente è delimitata dai muri perimetrali (con o senza aperture) appartenenti al fabbricato servito e da terrapieno e/o da muri di altro fabbricato, aventi pari resistenza al fuoco.

Ai soli scopi di aerazione e di scarico dei prodotti della combustione, è inferiormente delimitata da un piano ubicato a quota non inferiore ad 1 m dall'intradosso del solaio del locale stesso.

Per la funzione di passaggio di persone, la profondità dell'intercapedine deve essere tale da assicurare il passaggio nei locali serviti attraverso varchi aventi altezza libera di almeno 2 m.

Superiormente, è delimitata da spazio scoperto.

SPAZIO SCOPERTO (PUNTO 1.12)

Spazio a cielo libero o superiormente grigliato, avente, anche se delimitato su tutti i lati, superficie minima (S_{min}) in pianta (m^2) non inferiore a quella calcolata moltiplicando per tre l'altezza (h_{min}) in metri della parete più bassa che lo delimita:

$$S_{min} = h_{min} \cdot 3$$

La distanza fra le strutture verticali che delimitano lo spazio scoperto deve essere non inferiore a 3,50 m.

Se le pareti delimitanti lo spazio a cielo libero o grigliato hanno strutture che aggettano o rientrano, detto spazio è considerato scoperto se sono rispettate le predette condizioni, e se il rapporto fra la sporgenza o rientranza (s) e la relativa altezza di impostazione (d) non è superiore ad 1/2 (figura 81.6 (b)).

La superficie minima libera deve risultare al netto delle superfici aggettanti.

La minima distanza di 3,50 m deve essere computata fra le pareti più vicine in caso di rientranze, fra parete e limite esterno della proiezione dell'aggetto in caso di sporgenze, e fra i limiti esterni delle proiezioni di aggetti prospicienti.

Il Ministero dell'Interno, con la lettera circolare 30 novembre 2000, n. P1275/4134, chiarisce che, in via generale, la prescrizione richiedente che almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro del locale caldaia, sia confinante con spazio scoperto, è finalizzata a garantire la collocazione del locale stesso nell'ambito della fascia perimetrale dell'edificio, e ciò allo scopo di conseguire i seguenti obiettivi di sicurezza:

- obbligare a posizione i focolari alla periferia del fabbricato;
- assicurare le necessarie condizioni per la realizzazione delle richieste aperture d'aerazione;
- determinare situazioni di luogo atte a facilitare l'intervento delle squadre di soccorso in caso d'incendio.

La specifica funzione dell'intercapedine è connessa all'aerazione e allo scarico dei fumi, e non già a quella di costituire prolungamento volumetrico a tutta altezza del sovrastante spazio scoperto.

È consigliabile che le aperture di aerazione dei relativi locali siano realizzate nella parte alta della parete esterna, e ciò ai fini di evitare la formazione di sacche di gas. Fatti salvi, pertanto, i casi in cui le aperture d'aerazione devono essere necessariamente realizzate a filo soffitto, si ritiene che, in presenza di travi, la prescrizione normativa sia ugualmente soddisfatta con la collocazione delle aperture di aerazione nell'immediata zona sottotrave e, comunque, mai al di sotto della metà superiore della parete.

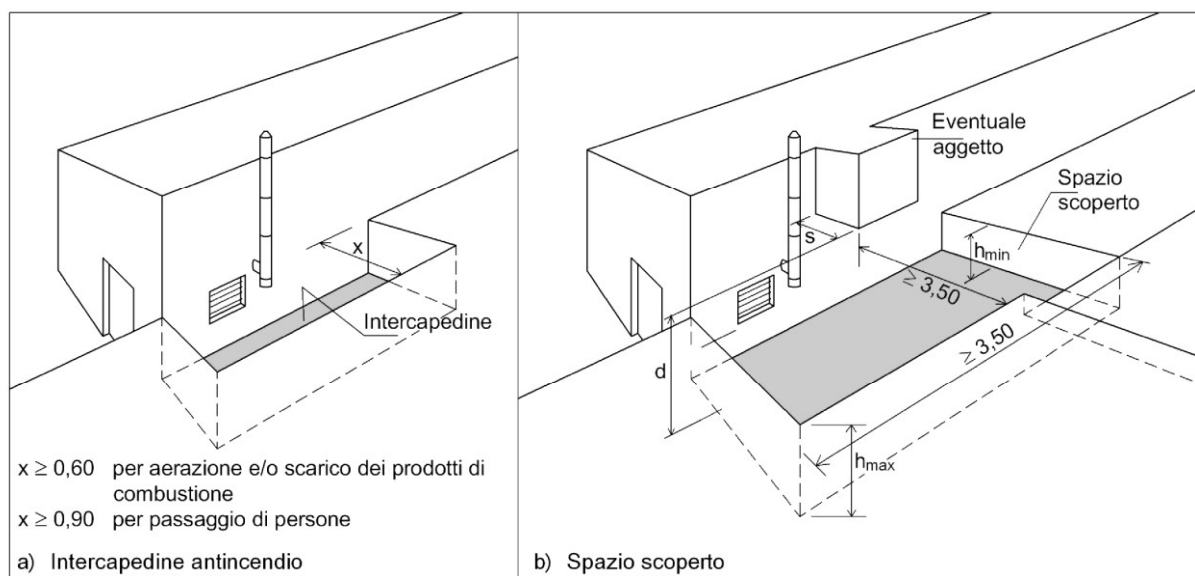


Figura 81.6 - Intercapedine antincendio e spazio scoperto secondo il D.M. 30 novembre 1983

Le limitazioni dell'ubicazione di apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

L'installazione è consentita esclusivamente in locali fuori terra, eventualmente comunicanti con locali anch'essi fuori terra. In entrambi i casi il piano di calpestio non deve presentare avvallamenti o affossamenti tali da creare sacche di gas che determinino condizioni di pericolo.

I divieti per l'ubicazione dei locali

I locali di installazione degli apparecchi per la climatizzazione di edificio e ambienti non devono risultare sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo, ad ambienti soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/ m^2 o ai relativi sistemi di vie di uscita. Tale sottostanza o contiguità è tuttavia ammessa, purché la parete confinante con spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, o nel caso di locali interrati con intercapedine ad uso esclusivo, attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta, si estenda per una lunghezza non inferiore al 20% del perimetro e la pressione di esercizio non superi i 0,04 bar.

Le caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimento antincendio. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Le caratteristiche antincendio sono illustrate nella tabella 81.1.

Tabella 81.1 - Caratteristiche antincendio

Portata termica complessiva dell'impianto	Strutture portanti Portata termica complessiva	Strutture di separazione da altri ambienti (resistenza al fuoco)
non superiore a 116 kW	≥ R 60	≥ REI 60
superiore a 116 kW	≥ R 120	≥ REI 120

Per approfondimenti sugli aspetti strutturali e di resistenza a fuoco si rimanda al D.M. 16 febbraio 2007 (Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione). Tale decreto si applica ai prodotti e agli elementi costruttivi per i quali è prescritto il requisito di resistenza al fuoco ai fini della sicurezza in caso d'incendio delle opere in cui sono inseriti. È definito *prodotto da costruzione* qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in elementi costruttivi o opere da costruzione. Le opere da costruzione comprendono gli edifici e le opere di ingegneria civile. Le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi possono essere determinate in base ai risultati di:

- prove;
- calcoli;
- confronti con tabelle.

Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di prove di resistenza al fuoco e di tenuta al fumo sono descritte nell'allegato B del citato decreto.

L'allegato C, inecce, descrive le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di calcoli.

Le modalità per la classificazione di elementi costruttivi in base a confronti con tabelle, infine, sono descritte nell'allegato D.

Il D.M. 12 aprile 1996 stabilisce che, ferme restando le limitazioni sulla disposizione degli impianti all'interno dei locali, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le misure minime, in funzione della portata termica complessiva, indicate nella tabella 81.2.

Tabella 81.2 - Misure minime dell'altezza del locale di installazione

Portata termica complessiva dell'impianto	Altezza minima
non superiore a 116 kW	2,00 m
superiore a 116 kW e sino a 350 kW	2,30 m
superiore a 350 kW e sino a 580 kW	2,60 m
superiore a 580 kW	2,90 m

La disposizione degli impianti all'interno dei locali

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo, nonché la manutenzione ordinaria.

Le dimensioni delle caldaie variano in funzione della potenza termica erogata e della casa costruttrice (tabella 81.3).

Gli spazi funzionali minimi sono necessariamente quelli previsti dalla casa costruttrice. Per le caldaie su basamento tra l'apparecchio e le pareti del locale, è consigliabile lasciare uno spazio di almeno 120 cm per potere operare durante gli interventi di manutenzione. L'estrazione laterale del bruciatore può prevedere profondità anche maggiori. Lo spazio frontale, secondo alcuni modelli di caldaie, deve essere di almeno 150 cm. L'uso di sistemi di pulizia mediante apposito kit può richiedere una profondità anche di 300 cm. In caso contrario, la pulizia della caldaia dovrà essere eseguita con apparecchi smontabili o con altri sistemi a umido.

Lo spazio funzionale deve consentire il montaggio dell'apparecchio e la dissipazione acustica mediante l'installazione di particolari basamenti insonorizzati. In quest'ultimo caso deve essere anche considerato che l'altezza d'installazione della caldaia, e di conseguenza la posizione dei collegamenti per le tubazioni, subiranno delle modifiche.

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, gas, vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.

È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.

È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

Il posizionamento dei vari componenti degli impianti deve essere tale da evitare il rischio di formazione di sacche di gas in misura pericolosa.

Tabella 81.3 - Dimensioni di caldaia a gas in ghisa in funzione della potenza termica

Potenza termica [kW]	Distanza dalla parete		Distanza frontale		Lunghezza [mm]	Larghezza [mm]
	Raccomandata [mm]	Minima [mm]	Raccomandata [mm]	Minima [mm]		
105	750	400	1500	1000	1125	880
140	750	400	1500	1000	1285	880
170	750	400	1500	1000	1445	880
200	750	400	1500	1000	1605	880
230	750	400	1500	1000	1765	880
240	900	600	1700	1000	1580	980
295	900	600	1700	1000	1750	980
350	900	600	1700	1000	1920	980
400	900	600	2200	1000	2090	980
455	900	600	2200	1000	2260	980
510	900	600	2200	1000	2430	980
570	1150	820	2300	1400	1926	1281
660	1150	820	2300	1400	2096	1281
740	1150	820	2300	1400	2266	1281
820	1150	820	2300	1400	2436	1281
920	1150	820	3000	1500	2606	1281
1020	1150	820	3000	1500	2776	1281
1110	1150	820	3000	1500	2946	1281
1200	1150	820	3000	1500	3116	1281

L'accesso

L'accesso può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 90 cm.

L'accesso può anche avvenire dall'interno tramite disimpegno, realizzato in modo da evitare la formazione di sacche di gas, e avente le seguenti caratteristiche:

- impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
- resistenza al fuoco delle strutture REI 30 e con porte REI 30.
- impianti di portata termica superiore a 116 kW:
- superficie netta minima di 2 m²;
- resistenza al fuoco delle strutture REI 60 e con porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,5 m² e realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso di alimentazione con gas a densità non superiore a 0,8, è consentito l'utilizzo di un camino di sezione non inferiore a 0,1 m².

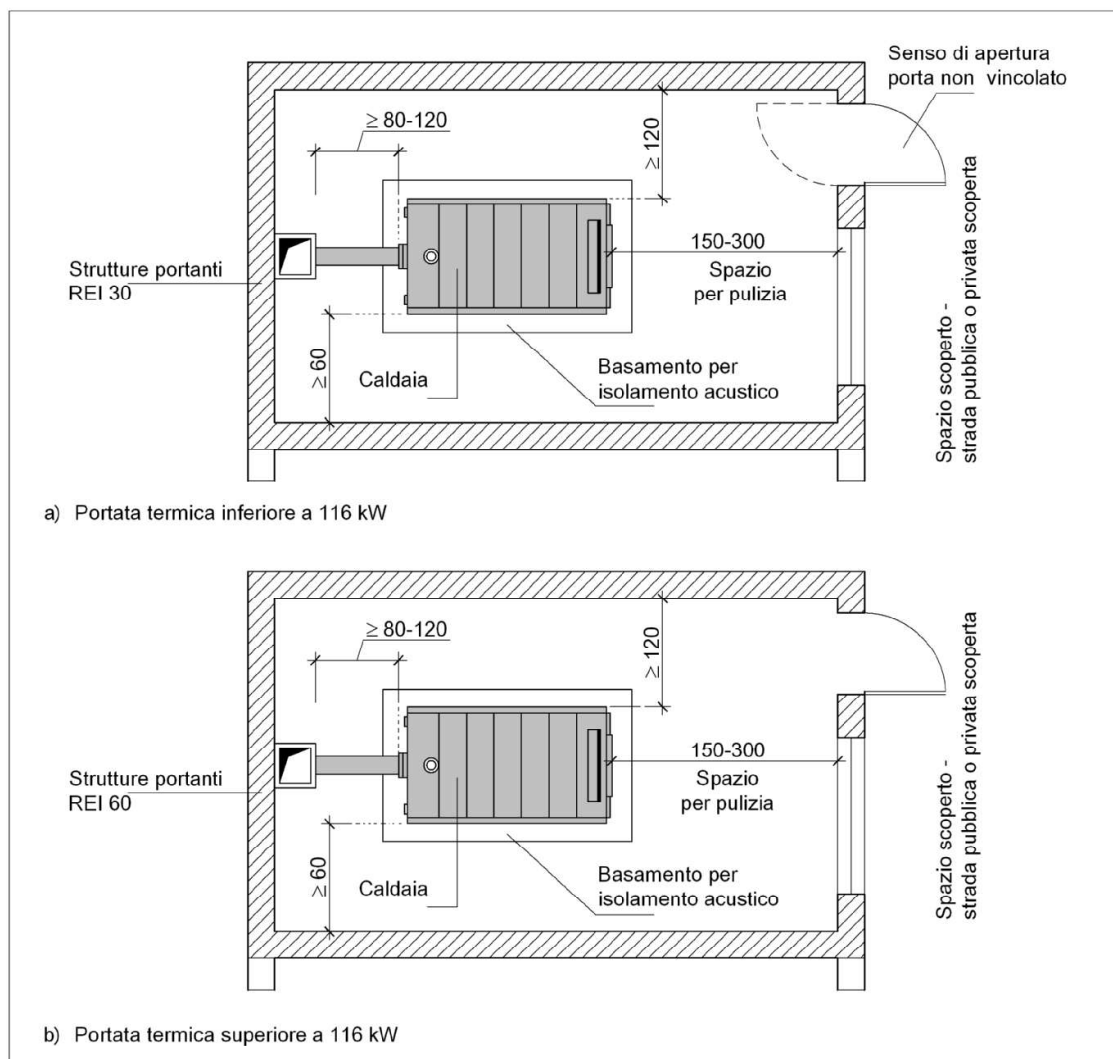


Figura 81.7 - Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da spazio esterno o da strada pubblica o privata scoperta. Caratteristiche costruttive e distanze minime consigliate per gli spazi attorno al generatore

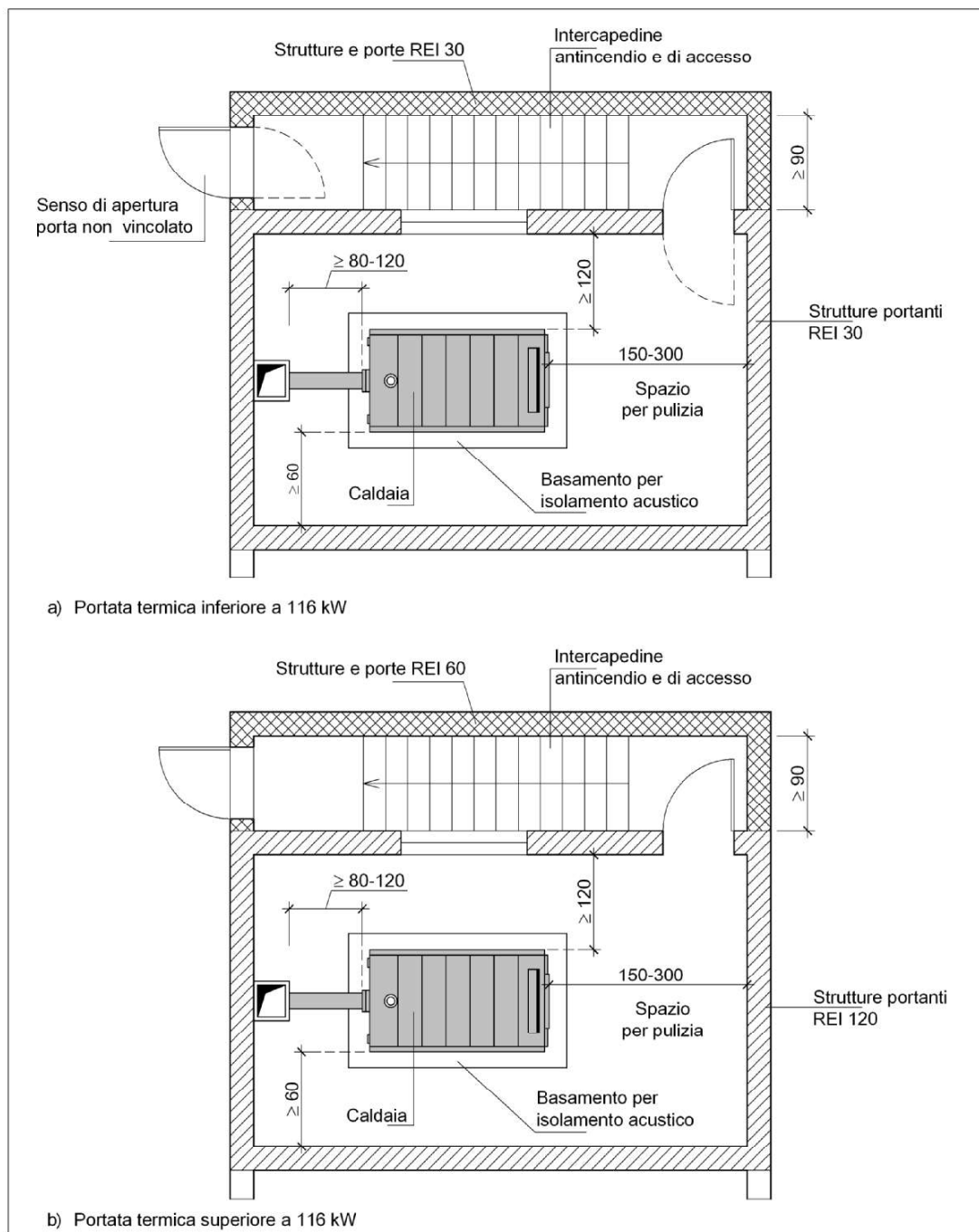


Figura 81.8 - Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,90 m. Caratteristiche costruttive e distanze minime consigliate per gli spazi attorno al generatore

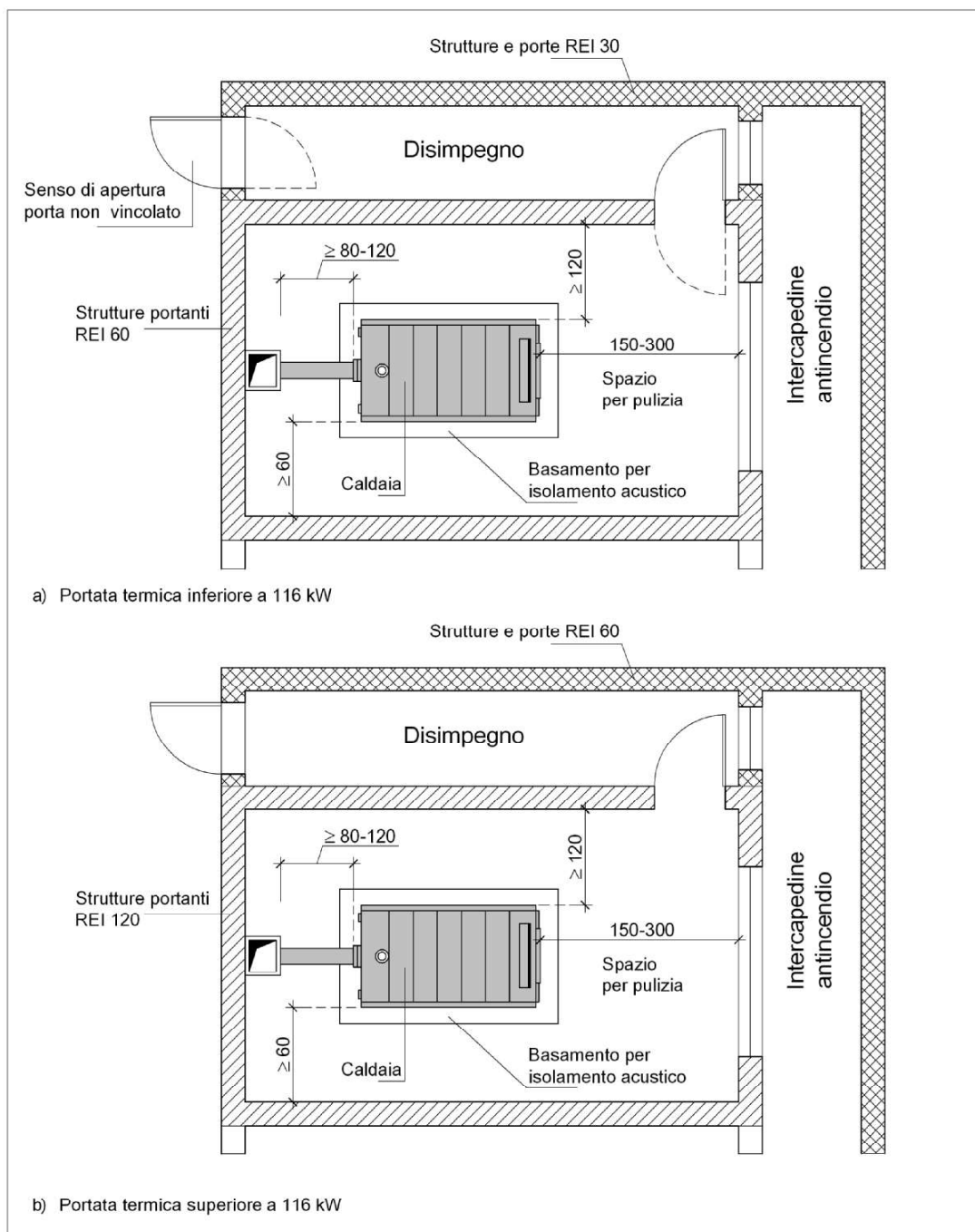


Figura 81.9 - Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da disimpegno con parete attestata su intercapedine antincendio. Caratteristiche costruttive e distanze minime consigliate per gli spazi attorno al generatore

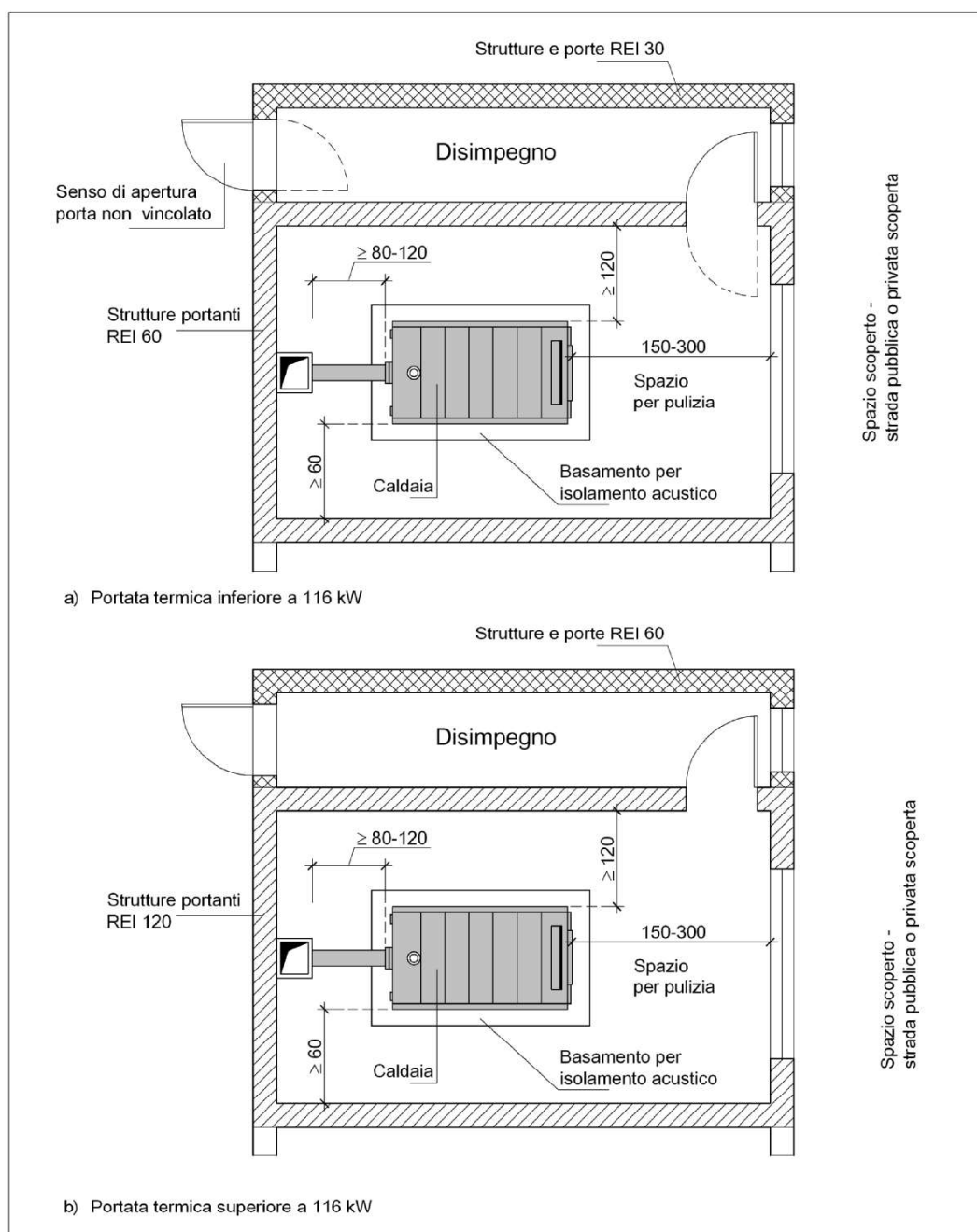


Figura 81.10 - Esempio di centrale termica alimentata a gas di rete con accesso da disimpegno con parete attestata su spazio esterno o da strada pubblica o privata scoperta. Caratteristiche costruttive e distanze minime consigliate per gli spazi attorno al generatore

Le porte

Le porte dei locali delle centrali termiche e dei disimpegni devono rispettare le seguenti prescrizioni dimensionali:

- altezza minima 2 m;
- larghezza minima 0,60 m.

Il verso di apertura della porta dipende dalla portata termica complessiva, come indicato nella tabella 81.4.

Tabella 81.4 - Portata termica complessiva dell'impianto e verso di apertura della porta

Portata termica complessiva dell'impianto	Verso di apertura porta	Congegno di autochiusura
non superiore a 116 kW	non vincolato	sì
superiore a 116 kW	verso l'esterno	sì

Le porte devono possedere le caratteristiche di resistenza al fuoco, come specificato nella tabella 81.5.

Tabella 81.5 - Portata termica complessiva dell'impianto e caratteristiche di resistenza al fuoco

Portata termica complessiva dell'impianto	Caratteristiche di resistenza al fuoco
non superiore a 116 kW	REI 30
superiore a 116 kW	REI 60

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio, non sono richiesti tali requisiti, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

40.3 Impianti termici alimentati da combustibili liquidi

La progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi, deve rispettare le prescrizioni del D.M. 28 aprile 2005. Tali norme riguardano gli impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW, alimentati da combustibili liquidi. Le disposizioni si applicano agli impianti di nuova realizzazione.

Ai fini della prevenzione degli incendi e allo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone, dei beni e dei soccorritori, gli impianti termici alimentati da combustibili liquidi devono essere realizzati in modo da:

- evitare la fuoriuscita accidentale di combustibile;
- evitare, nel caso di fuoriuscita accidentale di combustibile, spandimenti in locali diversi da quello di installazione;
- limitare, in caso di incendio, danni alle persone;
- limitare, in caso di incendio, danni ai locali vicini e a quelli contenenti gli impianti;
- consentire ai soccorritori di operare in condizioni di sicurezza.

L'installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito

Le regole generali per l'ubicazione

Gli impianti termici possono essere installati in un qualsiasi locale del fabbricato che abbia almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 0,6 m ed attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

Le aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne attestanti su spazi scoperti o intercapedini ad uso esclusivo. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione. Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di installazione degli apparecchi, e al 20% negli altri casi.

Fatto salvo quanto previsto dal D.Lgs. n. 152/2006, le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm².

- locali fuori terra: $S = Q \cdot 6$ (con un minimo di 2500 cm²);
- locali seminterrati ed interrati, fino a quota - 5 m dal piano di riferimento: $S = Q \cdot 9$ (con un minimo di 2500 cm²);
- locali interrati, a quota compresa tra - 5 m e - 10 m al di sotto del piano di riferimento (consentiti solo per i locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore): $S = Q \cdot 12$ (con un minimo di 3000 cm²).

Q esprime la portata termica in kW, ed S la superficie in cm².

Le caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimento antincendio. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Le caratteristiche antincendio sono illustrate nella tabella 81.6.

Tabella 81.6 - Caratteristiche antincendio

Portata termica complessiva dell'impianto	Strutture portanti Portata termica complessiva	Strutture di separazione da altri ambienti (resistenza al fuoco)
non superiore a 116 kW	≥ R 60	≥ REI 60
superiore a 116 kW	≥ R 120	≥ REI 120

Per approfondimenti sugli aspetti strutturali e di resistenza a fuoco si rimanda al D.M. 16 febbraio 2007 (Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione).

Il D.M. 28 aprile 2005 stabilisce che, ferme restando le limitazioni sulla disposizione degli impianti all'interno dei locali, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le misure minime, in funzione della portata termica complessiva, indicate nella tabella 81.7.

Tabella 81.7 - Misure minime dell'altezza del locale di installazione

Portata termica complessiva dell'impianto	Altezza minima
non superiore a 116 kW	2,00 m
superiore a 116 kW e sino a 350 kW:	2,30 m
superiore a 350 kW	2,50 m

La disposizione degli impianti all'interno dei locali

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, del combustibile, del vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.

È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.

È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo nonché la manutenzione ordinaria.

L'accesso

L'accesso alla centrale termica può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m.

L'accesso può avvenire anche dall'interno, tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:

- impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
- resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 30.
- impianti di portata termica superiore a 116 kW:
- superficie netta minima di 2 m²;
- resistenza al fuoco delle strutture REI 60 e con porte REI 60;

- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,50 m² realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso in cui l'aerazione non sia realizzabile come sopra indicato, è consentito l'utilizzo di un condotto in materiale incombustibile di sezione non inferiore a 0,10 m² sfociante al di sopra della copertura dell'edificio.

Le porte

Le porte dei locali delle centrali termiche e dei disimpegni devono rispettare le seguenti prescrizioni dimensionali:

- altezza minima 2 m;
- larghezza minima 0,80 m;

Il verso di apertura della porta dipende dalla portata termica complessiva, come indicato nella tabella 81.8.

Tabella 81.8 - Portata termica complessiva dell'impianto e verso di apertura della porta

Portata termica complessiva dell'impianto	Verso di apertura porta	Congegno di autochiusura
non superiore a 116 kW	non vincolato	sì
superiore a 116 kW	verso l'esterno	sì

Le porte devono possedere le caratteristiche di resistenza al fuoco, come specificato nella tabella 81.9.

Tabella 81.9 - Portata termica complessiva dell'impianto e caratteristiche di resistenza al fuoco

Portata termica complessiva dell'impianto	Caratteristiche di resistenza al fuoco
non superiore a 116 kW	REI 30
superiore a 116 kW	REI 60

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio, non sono richiesti tali requisiti, purché siano in materiale incombustibile.

Il deposito di combustibile liquido

L'ubicazione

Il deposito, costituito da uno o più serbatoi, può essere ubicato all'esterno o all'interno dell'edificio nel quale è installato l'impianto termico.

Nel caso di deposito ubicato all'esterno, i serbatoi possono essere interrati sotto cortile, giardino o strada, oppure installati a vista in apposito e distinto locale oppure all'aperto.

Nel caso di deposito ubicato all'interno dell'edificio, i serbatoi possono essere interrati sotto pavimento, oppure installati a vista, in locali del fabbricato che abbiano almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 0,60 m e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

I locali devono essere destinati esclusivamente a deposito di combustibile liquido a servizio dell'impianto.

La capacità

La capacità di ciascun serbatoio non deve essere maggiore di 25 m³.

In relazione all'ubicazione dei serbatoi, la capacità complessiva del deposito deve osservare i seguenti limiti:

- 100 m³, per serbatoi ubicati all'esterno del fabbricato;
- 50 m³, per serbatoi interrati all'interno del fabbricato;
- 25 m³, per serbatoi installati a vista all'interno del fabbricato.

Le modalità di installazione

I serbatoi devono essere saldamente ancorati al terreno. In base alle modalità di installazione dei serbatoi, si distinguono le seguenti tipologie di deposito:

- deposito all'esterno con serbatoi interrati;
- deposito con serbatoi fuori terra in apposito locale esterno;
- deposito all'aperto con serbatoi fuori terra;
- deposito con serbatoi interrati all'interno di un edificio;
- deposito con serbatoi fuori terra all'interno di un edificio.

DEPOSITO ALL'ESTERNO CON SERBATOI INTERRATI

I serbatoi devono essere installati in modo tale da non essere danneggiati da eventuali carichi mobili o fissi gravanti sul piano di calpestio.

DEPOSITO CON SERBATOI FUORI TERRA IN APPOSITO LOCALE ESTERNO

I serbatoi devono essere installati in apposito locale realizzato in materiale incombustibile, posizionati ad una distanza reciproca, nonché dalle pareti verticali e orizzontali del locale, tale da garantire l'accessibilità per le operazioni di manutenzione e ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume non inferiore alla metà della capacità complessiva dei serbatoi.

DEPOSITO ALL'APERTO CON SERBATOI FUORI TERRA

I serbatoi devono essere dotati di una tettoia di protezione dagli agenti atmosferici realizzata in materiale incombustibile, e di un bacino di contenimento impermeabile realizzato in muratura, cemento armato, o altro materiale idoneo allo scopo, avente capacità pari ad almeno un quarto della capacità complessiva dei serbatoi. È vietata l'installazione su rampe carrabili e su terrazze.

DEPOSITO CON SERBATOI INTERRATI ALL'INTERNO DI UN EDIFICIO

Le pareti e i solai del locale devono presentare caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 90.

DEPOSITO CON SERBATOI FUORI TERRA ALL'INTERNO DI UN EDIFICIO

I serbatoi devono essere installati in apposito locale avente caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 120, su apposite selle di resistenza al fuoco REI 120, posizionati ad una distanza reciproca, nonché dalle pareti verticali e orizzontali del locale, tale da garantire l'accessibilità per le operazioni di manutenzione e ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume almeno pari alla capacità complessiva dei serbatoi.

L'accesso e le comunicazioni

L'accesso al locale deposito può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,90 m.

L'accesso può avvenire anche dall'interno, tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:

- superficie in pianta netta minima di 2 m²;
- resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,50 m² realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta o intercapedine. Nel caso in cui l'aerazione non sia realizzabile come sopra specificato, è consentito l'utilizzo di un condotto in materiale incombustibile di sezione non inferiore a 0,10 m² sfociante al di sopra della copertura dell'edificio.

È consentito di utilizzare lo stesso disimpegno per accedere al locale di installazione dell'impianto termico e al locale deposito.

I locali all'interno di un edificio adibiti a deposito possono comunicare tra loro esclusivamente a mezzo di porte REI 90 provviste di dispositivo di autochiusura.

Non è consentito che il locale adibito a deposito abbia aperture di comunicazione dirette con locali destinati ad altro uso.

Le aperture di aerazione

Il locale deposito deve essere dotato di una o più aperture permanenti di aerazione, realizzate su pareti esterne di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 60 cm e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

La superficie di aerazione non deve essere inferiore ad 1/30 della superficie in pianta del locale. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette anti-pioggia, a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione prevista.

Le porte

Le porte del locale deposito devono avere altezza minima di 2 m, larghezza minima di 80 cm, essere apribili verso l'esterno ed essere munite di dispositivo di autochiusura.

Le porte di accesso al locale deposito devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 60.

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine antincendio ovvero alle porte di accesso a locali esterni all'edificio, non è richiesto il requisito della resistenza al fuoco, purché siano in materiale incombustibile.

Le caratteristiche dei serbatoi

I requisiti tecnici per la costruzione, la posa in opera e l'esercizio dei serbatoi, sia fuori terra che interrati, devono essere conformi alle leggi, ai regolamenti e alle disposizioni vigenti in materia.

I serbatoi devono presentare idonea protezione contro la corrosione e devono essere muniti di:

- tubo di carico fissato stabilmente al serbatoio e avente l'estremità libera, a chiusura ermetica, posta in chiusino interrato o in una nicchia nel muro dell'edificio e, comunque, ubicato in modo da evitare che il combustibile, in caso di spargimento, invada locali o zone sottostanti;
- tubo di sfogo dei vapori avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di carico e, comunque, non inferiore a 25 mm, sfociante all'esterno delle costruzioni ad un'altezza non inferiore a 2,50 m dal piano praticabile esterno e a distanza non inferiore a 1,50 m da finestre e porte. L'estremità del tubo deve essere protetta con sistema antifiama;
- dispositivo di sovrappieno atto ad interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile quando si raggiunge il 90% della capacità geometrica del serbatoio;
- idonea messa a terra;
- targa di identificazione inamovibile e visibile anche a serbatoio interrato indicante:
 - il nome e l'indirizzo del costruttore;
 - l'anno di costruzione;
 - la capacità, il materiale e lo spessore del serbatoio.

Impianto elettrico

L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alla legge 1° marzo 1968, n. 186, e tale conformità deve essere attestata secondo le procedure previste dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

L'interruttore generale a servizio dei locali deve essere installato all'esterno dei locali stessi, in posizione segnalata e facilmente accessibile. Negli altri casi deve essere collocato lontano dall'apparecchio utilizzatore, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile e accessibile.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI 64-8;
CEI 31-30;
CEI 31-33;
CEI 31- 34;
Guida CEI 64-50;
Guida CEI 31-35;
Guida CEI 31-35/A.
alimentazione a gas:
CEI 31-30;
CEI 31-33;
CEI 31-34;
Guida CEI 31-35;
Guida CEI 31-35/A.

Mezzi di estinzione degli incendi

In prossimità di ciascun apparecchio e/o serbatoio fuori terra, deve essere installato, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile, un estintore portatile avente carica nominale non minore di 6 kg e capacità estinguente non inferiore a 21A-113B.

Gli impianti termici con portata termica complessiva installata superiore a 1160 kW, devono essere protetti da un estintore carrellato a polvere avente carica nominale non minore di 50 kg e capacità estinguente pari ad A-B1.

Segnaletica di sicurezza

La segnaletica di sicurezza deve essere conforme al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, e deve richiamare l'attenzione sui divieti e sulle limitazioni imposti, nonché segnalare la posizione della valvola esterna di intercettazione e dell'interruttore elettrico generale.

40.4 Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici, ai sensi dell'allegato B del D.P.R. n. 412/1993, devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla tabella 81.10, in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m °C alla temperatura di 40°C.

Tabella 81.10 - Conduttività termica utile dell'isolante e diametro esterno della tubazione

Conduttività termica utile dell'isolante [W/m °C]	Diametro esterno della tubazione [mm]					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 81.10, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella stessa.

I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato, e i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 81.10 vanno moltiplicati per 0,5.

Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati, gli spessori di cui alla tabella 81.10 vanno moltiplicati per 0,3.

Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione e i limiti di coibentazione sono fissati da norme tecniche UNI di seguito meglio indicate.

Il materiale isolante deve essere applicato in maniera uniforme senza variazioni di spessore o strozzature con particolare attenzione alle curve, i raccordi, le saracinesche e quant'altro possa costituire ponte termico.

I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono essere coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella 81.10, per tubazioni di diametro esterno da 20 a 39 mm.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 5634 – Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi;

UNI 6665 – Superficie coibentate. Metodi di misurazione;

UNI EN 14114 – Prestazioni igrotermiche degli impianti degli edifici e delle installazioni industriali. Calcolo della diffusione del vapore acqueo. Sistemi di isolamento per le tubazioni fredde.

40.5 Sistema di termoregolazione

Il sistema termoregolazione e contabilizzazione è previsto dall'art. 7 del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412.

Negli impianti termici centralizzati adibiti al riscaldamento ambientale per una pluralità di utenze, qualora la potenza nominale del generatore di calore o quella complessiva dei generatori di calore sia uguale o superiore a 35 kW, è prescritta l'adozione di un gruppo termoregolatore dotato di programmatore che consenta la regolazione della temperatura ambiente almeno su due livelli a valori sigillabili nell'arco delle 24 ore. Il gruppo termoregolatore deve essere pilotato da una sonda termometrica di rilevamento della temperatura esterna. La temperatura esterna e le temperature di mandata e di ritorno del fluido termovettore devono essere misurate con una incertezza non superiore a $\pm 2^\circ\text{C}$.

Il sistema di termoregolazione di cui sopra, può essere dotato di un programmatore che consenta la regolazione su un solo livello di temperatura ambiente, qualora in ogni singola unità immobiliare sia effettivamente installato e funzionante un sistema di contabilizzazione del calore e un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente dell'unità immobiliare e dotato di programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura almeno su due livelli nell'arco delle 24 ore.

Gli impianti termici per singole unità immobiliari, destinati, anche se non esclusivamente, alla climatizzazione invernale devono essere parimenti dotati di un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente con programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura su almeno due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore.

Al fine di non determinare sovrariscaldamento nei singoli locali di una unità immobiliare per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni, è opportuna l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi.

Nel caso di installazione in centrale termica di più generatori di calore, il loro funzionamento deve essere attivato in maniera automatica in base al carico termico dell'utenza.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7939-1 – Terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere. Impianti di riscaldamento degli ambienti;

UNI 9577 – Termoregolatori d'ambiente a due posizioni (termostati d'ambiente). Requisiti e prove;

UNI EN 12098-1 – Regolazioni per impianti di riscaldamento. Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda.

40.6 Camini e canali da fumi

Caratteristiche dei camini

I camini devono rispettare le prescrizioni del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

1. Ogni impianto termico civile di potenza termica nominale superiore al valore di soglia, deve disporre di uno o più camini tali da assicurare una adeguata dispersione in atmosfera dei prodotti della combustione.

2. Ogni camino deve avere, al di sotto dell'imbocco del primo canale da fumo, una camera di raccolta di materiali solidi ed eventuali condense, di altezza sufficiente a garantire una completa rimozione dei materiali accumulati e l'ispezione dei canali. Tale camera deve essere dotata di un'apertura munita di sportello di chiusura a tenuta d'aria realizzato in materiale incombustibile.

3. I camini devono garantire la tenuta dei prodotti della combustione e devono essere impermeabili e termicamente isolati. I materiali utilizzati per realizzare i camini devono essere adatti a resistere nel tempo alle normali sollecitazioni meccaniche, al calore e all'azione dei prodotti della

combustione e delle loro eventuali condense. In particolare tali materiali devono essere resistenti alla corrosione. La sezione interna dei camini deve essere di forma circolare, quadrata o rettangolare, con rapporto tra i lati non superiore a 1,5.

4 I camini che passano entro locali abitati o sono incorporati nell'involucro edilizio devono essere dimensionati in modo tale da evitare sovrappressioni durante l'esercizio.

5. L'afflusso di aria nei focolari e l'emissione degli effluenti gassosi possono essere attivati dal tiraggio naturale dei camini o da mezzi meccanici.

6. Più generatori di calore possono essere collegati allo stesso camino soltanto se fanno parte dello stesso impianto termico. In questo caso, i generatori di calore dovranno immettere in collettori dotati, ove necessario, ciascuno di propria serranda di intercettazione, distinta dalla valvola di regolazione del tiraggio. Camino e collettore dovranno essere dimensionati secondo la regola dell'arte.

7. Gli impianti installati o che hanno subito una modifica relativa ai camini successivamente all'entrata in vigore della parte quinta del presente decreto, devono essere dotati di camini realizzati con prodotti su cui sia stata apposta la marcatura CE. In particolare, tali camini devono:

- essere realizzati con materiali incombustibili;
- avere andamento verticale e il più breve e diretto possibile tra l'apparecchio e la quota di sbocco;
- essere privi di qualsiasi strozzatura in tutta la loro lunghezza;
- avere pareti interne lisce per tutta la lunghezza;
- garantire che siano evitati fenomeni di condensa;
- essere adeguatamente distanziati, mediante intercapedine d'aria o isolanti idonei, da materiali combustibili o facilmente infiammabili;
- avere angoli arrotondati con raggio non minore di 20 mm, se di sezione quadrata o rettangolare;
- avere un'altezza correlata alla sezione utile secondo gli appropriati metodi di calcolo riportati dalla normativa tecnica vigente (norme UNI e norme CEN). Resta salvo quanto stabilito ai punti 9 e 10.

8. Le bocche possono terminare con cernigli di sezione utile d'uscita non inferiore al doppio della sezione del camino, conformati in modo da non ostacolare il tiraggio e favorire la dispersione dei fumi nell'atmosfera.

9. Le bocche dei camini devono essere posizionate in modo tale da consentire un'adeguata evacuazione e dispersione dei prodotti della combustione e da evitare la reimmissione degli stessi nell'edificio attraverso qualsiasi apertura. A tal fine, le bocche dei camini devono risultare più alte di almeno un metro rispetto al colmo dei tetti, ai parapetti e a qualunque altro ostacolo o struttura distante meno di dieci metri.

10. Le bocche dei camini situati a distanza compresa fra 10 e 50 metri da aperture di locali abitati devono essere a quota non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta.

11. La parete interna del camino deve risultare per tutto il suo sviluppo, ad eccezione del tronco terminale emergente dalla copertura degli edifici, sempre distaccata dalle murature

circostanti, e deve essere circondata da una controcanna continua formante intercapedine, per consentire la normale dilatazione termica. Sono ammessi nell'intercapedine elementi distanziatori o di fissaggio necessari per la stabilità del camino.

NORME DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX;

UNI 10640 – *Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale. Progettazione e verifica*;

UNI 10641 – *Canne fumarie collettive e camini a tiraggio naturale per apparecchi a gas di tipo C con ventilatore nel circuito di combustione. Progettazione e verifica*.

Canali da fumo

I canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

I canali da fumo degli impianti termici devono avere in ogni loro tratto un andamento suborizzontale ascendente con pendenza non inferiore al 5%. I canali da fumo al servizio di impianti di potenzialità uguale o superiore a 1.000.000 di kcal/h possono avere pendenza non inferiore al 2%.

La sezione dei canali da fumo deve essere, in ogni punto del loro percorso, sempre non superiore del 30% alla sezione del camino e non inferiore alla sezione del camino stesso.

Per quanto riguarda la forma, le variazioni e i raccordi delle sezioni dei canali da fumo e le loro pareti interne, devono essere osservate le medesime norme prescritte per i camini.

I canali da fumo devono essere costituiti con strutture e materiali aventi le medesime caratteristiche stabilite per i camini.

I canali da fumo devono avere, per tutto il loro sviluppo, un efficace e duraturo rivestimento coibente tale che la temperatura delle superfici esterne non sia in nessun punto mai superiore a 50°C. È ammesso che il rivestimento coibente venga omissso in corrispondenza dei giunti di dilatazione e degli sportelli d'ispezione dei canali da fumo, nonché dei raccordi metallici con gli apparecchi di cui fanno parte i focolari.

I raccordi tra i canali da fumo e gli apparecchi di cui fanno parte i focolari devono essere esclusivamente metallici, rimovibili con facilità e avere spessore non inferiore ad 1/100 del loro diametro medio, nel caso di materiali ferrosi comuni, e spessore adeguato, nel caso di altri metalli.

Sulle pareti dei canali da fumo devono essere predisposte aperture per facili ispezioni e pulizie ad intervalli non superiori a dieci metri, e una ad ogni testata di tratto rettilineo. Le aperture dovranno essere munite di sportelli di chiusura a tenuta d'aria, formati con doppia parete metallica.

Nei canali da fumo dovrà essere inserito un registro, qualora gli apparecchi di cui fanno parte i focolari non possiedano propri dispositivi per la regolazione del tiraggio.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelievi di campioni, devono essere predisposti sulle pareti dei canali da fumo due fori, uno del diametro di 50 mm e uno del diametro di 80 mm, con relative chiusure metalliche, in vicinanza del raccordo con ciascun apparecchio di cui fa parte un focolare.

La posizione dei fori rispetto alla sezione e alle curve o raccordi dei canali, deve rispondere alle stesse prescrizioni date per i fori praticati sui camini.

NORMA DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX.

Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo

I dispositivi accessori per camini e canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

È vietato l'uso di qualunque apparecchio o impianto di trattamento dei fumi funzionante secondo ciclo ad umido che comporti lo scarico, anche parziale, delle sostanze derivanti dal processo adottato, nelle fognature pubbliche o nei corsi di acqua.

Gli eventuali dispositivi di trattamento possono essere inseriti in qualunque punto del percorso dei fumi, purché l'ubicazione ne consenta la facile accessibilità da parte del personale addetto alla conduzione degli impianti e a quello preposto alla loro sorveglianza.

L'adozione dei dispositivi di cui sopra non esime dall'osservanza di tutte le prescrizioni contenute nel regolamento di cui al D.Lgs. n. 152/2006.

Gli eventuali dispositivi di trattamento, per quanto concerne le altezze di sbocco, le distanze, le strutture, i materiali e le pareti interne, devono rispondere alle medesime norme stabilite per i camini.

Il materiale che si raccoglie nei dispositivi suddetti deve essere periodicamente rimosso e smaltito secondo la normativa vigente in materia di rifiuti.

Tutte le operazioni di manutenzione e di pulizia devono potersi effettuare in modo tale da evitare qualsiasi accidentale dispersione del materiale raccolto.

NORME DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX;

UNI 7550 – *Requisiti delle acque per generatori di vapore e relativi impianti di trattamento*;

UNI 8065 – *Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile*.

Apparecchi indicatori

Gli impianti termici devono essere dotati degli apparecchi indicatori di cui appresso, allo scopo di consentire il rilevamento dei principali dati caratteristici relativi alla conduzione dei focolari.

Un termometro indicatore della temperatura dei fumi deve essere installato stabilmente alla base di ciascun camino. Le indicazioni del termometro, nel caso di focolari, aventi potenzialità superiore ad un milione di kcal/h, devono essere registrate con apparecchio a funzionamento continuo.

Devono essere installati due apparecchi misuratori delle pressioni relative (riferite a quella atmosferica), che regnano rispettivamente nella camera di combustione e alla base del camino, per ciascun focolare di potenzialità superiore ad un milione di kcal/h.

Un apparecchio misuratore della concentrazione volumetrica percentuale dell'anidride carbonica (CO₂) nonché dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno (CO + H₂) contenuti nei fumi, deve essere inserito in un punto appropriato del loro percorso. In sostituzione dell'apparecchio misuratore della concentrazione dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno, può essere adottato un apparecchio misuratore dell'ossigeno in eccesso o anche un indicatore dell'opacità dei fumi. È richiesta un'apparecchiatura composta dei due dispositivi, come sopra specificato, solamente per ogni focolare di potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h. Essa deve essere integrata con un dispositivo di allarme acustico riportato in un punto riconosciuto idoneo all'atto del collaudo dell'impianto termico. Le indicazioni di questi apparecchi, nel caso di focolari aventi potenzialità superiore a due milioni di kcal/h, devono essere registrate in maniera continua.

I dati forniti dagli apparecchi indicatori a servizio degli impianti termici aventi potenzialità superiore a 5.000.000 di kcal/h, anche se costituiti da un solo focolare, devono essere riportati su di un quadro raggruppante i ripetitori e i registratori delle misure, situato in un punto riconosciuto idoneo per una lettura agevole da parte del personale addetto alla conduzione, al collaudo dell'impianto termico.

Tutti gli apparecchi indicatori, ripetitori e registratori delle misure devono essere installati in maniera stabile e devono essere tarati e riconosciuti idonei con il collaudo del relativo impianto termico e con ogni successivo controllo.

NORMA DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX.

40.7 Sistemi di espansione

Nel circuito dell'impianto deve essere previsto un sistema per tenere conto dell'aumento di volume dell'acqua per effetto del riscaldamento. Tale sistema è costituito dal vaso di espansione, che può essere chiuso o aperto.

Vaso di espansione aperto

Il vaso di espansione aperto deve essere costituito da un recipiente adeguato, in ferro zincato, fibrocemento, dotato di coperchio collocato nella parte più alta dell'impianto e allacciato alla rete di distribuzione mediante:

- tubo di sfogo, per mantenere la pressione atmosferica all'interno del vaso;
- tubo di sicurezza, in funzione della potenza nominale della caldaia e della sua lunghezza virtuale, per trasferire al vaso gli aumenti progressivi di volume del fluido entro il circuito. La lunghezza virtuale del tubo di sicurezza è data dallo sviluppo del tubo fino alla sezione di scarico del tubo di sfogo, aumentata della lunghezza equivalente del tubo per tenere conto delle perdite di carico concentrate. Il tubo di sicurezza deve avere diametro interno minimo di 18 mm. Il tubo di sicurezza deve partire dalla caldaia e scaricare sopra il vaso di espansione;
- tubo di raccordo installato nella parte superiore del vaso, eventualmente dotato di saracinesca per le operazioni di manutenzione, però da mantenere aperta durante il funzionamento dell'impianto;
- tubo di troppo-pieno, per scaricare il volume di acqua in eccesso dovuto a varie cause. Il condotto deve essere collocato in posizione visibile;
- tubo di alimentazione automatica, per ripristinare il volume del fluido perso per evaporazione o attraverso il troppo-pieno.

Il vaso di espansione aperto deve essere dotato di alimentazione automatica con valvola a galleggiante, per garantire circa 100 mm di acqua all'interno del serbatoio, quando il sistema è freddo. Il volume utile d'espansione, alla temperatura massima di regime, deve posizionarsi a circa 50 mm dal tubo di troppo-pieno.

Il vaso di espansione *n* deve essere collocato direttamente sulla distribuzione di mandata o di ritorno, ovvero secondo le indicazioni impartite dalla direzione dei lavori. I vasi di espansione installati all'esterno devono essere opportunamente protetti dal gelo.

Tabella 81.11 - Diametri minimi del tubo di sicurezza in funzione della lunghezza virtuale

Lunghezza virtuale [m]	Diametro interno [mm]
50	18
40-60	25
60-80	32
80-100	40

Vaso di espansione chiuso

Il vaso di espansione chiuso è costituito da un recipiente chiuso, di cui una parte del volume interno è occupata dall'acqua e l'altra dall'aria. Esso può essere:

- a membrana, e in questo caso i volumi di gas e d'acqua sono separati da una membrana;
- senza membrana autopressurizzato, e in questo caso i volumi d'aria e d'acqua non sono separati da membrana;

Il vaso di espansione chiuso può essere collocato in qualsiasi parte dell'impianto.

40.8 Unità terminali a convenzione naturale

Radiatori

I radiatori (ghisa, acciaio, alluminio) conformi alle prescrizioni contrattuali, devono essere installati a distanza non inferiore a 5 cm dalla parete e a 10-12 cm da pavimenti o davanzali di finestre, al fine di consentire una buona circolazione dell'aria e la facile pulizia e manutenzione.

La porzione di parete alle spalle del radiatore deve essere realizzata con idoneo strato di materiale isolante.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8464 – *Valvole per radiatori. Prescrizioni e prove*;

UNI EN 442-1 – *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti*;

UNI EN 442-2 – *Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione*;

UNI EN 442-3 – *Radiatori e convettori. Valutazione della conformità*;

UNI EN 215-1 – *Valvole termostatiche per radiatori. Requisiti e metodi di prova*.

Piastre radianti

Le piastre radianti sono costituite da piastre metalliche saldate fra di loro in modo da costituire una serie di condotti entro i quali circola il fluido scaldante. Il riscaldamento dell'aria avviene per convezione naturale.

Per l'installazione valgono le stesse considerazioni dei radiatori.

Tubi alettati

I tubi alettati entro cui circola il fluido scaldante possono essere collocati a vista o entro appositi contenitori protettivi in lamiera opportunamente sagomata.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 442-1 – Radiatori e convettori. *Specifiche tecniche e requisiti;*

UNI EN 442-2 – Radiatori e convettori. *Metodi di prova e valutazione;*

UNI EN 442-3 – Radiatori e convettori. *Valutazione della conformità.*

Termoconvettori

I termoconvettori sono dei corpi scaldati composti da tubi alettati, all'interno dei quali circola il fluido scaldante. L'aria fredda attraverso delle aperture entra dal basso e fuoriesce dall'alto, per effetto del movimento ascensionale dovuto alla differenza di temperatura dell'aria stessa.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 442-1 – Radiatori e convettori. *Specifiche tecniche e requisiti;*

UNI EN 442-2 – Radiatori e convettori. *Metodi di prova e valutazione;*

UNI EN 442-3 – Radiatori e convettori. *Valutazione della conformità.*

Pannelli radianti

I pannelli radianti sono costituiti da una serpentina di tubo (acciaio, rame, materiali plastici) entro cui circola il fluido scaldante.

I pannelli radianti devono essere collocati:

- a parete;
- a pavimenti, inseriti nel sottofondo o in apposita intercapedine;
- a soffitto, collocati nell'intradosso del solaio.

In tutti i casi, devono essere collocati in posizione orizzontale, per evitare la formazione di sacche di gas che possano ostacolare la circolazione del fluido scaldante.

Nei pannelli radianti a pavimento bisogna:

- prevedere giunti e fughe nelle pavimentazioni per consentire le prevedibili dilatazioni termiche senza danni;
- ricoprire i tubi con caldana di spessore sufficiente.

Il massetto entro cui sono alloggiati i tubi del fluido scaldante deve essere privo di bolle d'aria tra malta e tubazione. Le pavimentazioni devono essere del tipo a bassa resistenza termica per non limitare l'efficacia dei pannelli radianti.

Sopra o sotto lo strato di alloggiamento dei tubi deve essere posto uno strato di isolante termico, per evitare la propagazione del calore verso altri ambienti con diversa destinazione o a svantaggio rispetto a quelli interessati.

Il direttore dei lavori potrà impartire altre indicazioni in merito all'installazione dei pannelli radianti, qualora non espressamente indicate nel progetto esecutivo.

40.9 Verifiche e prove

Verifiche preliminari e prove

Gli impianti di riscaldamento devono essere collaudati con verifiche e prove preliminari da effettuarsi in contraddittorio con l'impresa appaltatrice prima dell'ultimazione delle opere murarie, al fine di potere meglio intervenire nei casi di non corretto funzionamento o di risultato negativo delle prove.

Un primo controllo è quello di constatare che i materiali forniti o impiegati per la costruzione dell'impianto corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Successivamente, si procederà alle prove vere e proprie per la verifica dell'impianto secondo la norma **UNI 5634**, e precisamente:

- prova idraulica di circolazione dell'acqua fredda, preferibilmente da effettuarsi per tratti durante l'esecuzione dell'impianto e, in ogni caso, ad impianto ultimato;
- prova preliminare di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e/o raffreddanti;
- prova di dilatazione termica del contenuto dell'acqua nell'impianto. La prova viene effettuata stabilendo prima il valore della temperatura di prova del tipo di impianto e degli elementi scaldanti. Per gli impianti a vapore si stabilisce, invece, il valore della pressione;
- prova di dilatazione termica dei materiali metallici dell'impianto. La prova ha come obiettivo quello di valutare soprattutto la dilatazione delle tubazioni, per verificare la presenza di eventuali perdite nei giunti o di deformazioni permanenti con danni eventualmente di tipo estetico per le pareti degli ambienti.

Per gli impianti ad acqua calda, la verifica viene effettuata portando a 90°C la temperatura dell'acqua nelle caldaie, e mantenendola per il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo di 90°C.

Il risultato della prova si ritiene positivo solo quando in tutti i corpi scaldanti l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti, e quando il vaso di espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua dell'impianto.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo della pressione nella caldaia. Il risultato della prova si ritiene positivo solo quando il vapore arrivi ai corpi scaldanti alla temperatura corrispondente alla pressione prevista, e quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti.

Tempi di collaudo

Il collaudo definitivo degli impianti di riscaldamento o condizionamento invernale dovrà essere eseguito durante la prima stagione invernale successiva all'ultimazione dei lavori.

In genere, per gli impianti di condizionamento il collaudo sarà effettuato durante un periodo di un anno a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori per tutti i periodi stagionali nei quali è previsto che l'impianto debba funzionare.

È fondamentale che l'impianto sia stato messo in funzione per almeno due mesi prima del collaudo.

Verifica delle caratteristiche dei locali

Prima delle operazioni di collaudo definitivo, tutti gli ambienti devono rispettare le condizioni normali di abitabilità. Pertanto, devono essere dotati di infissi esterni e interni, con le caratteristiche costruttive di progetto, e, durante le prove, dovranno essere perfettamente chiusi.

Misura del valore della temperatura esterna

Per la validità delle operazioni di collaudo, è necessario che il valore della temperatura esterna media (t'_e) non risulti troppo discordante da quella prevista negli elaborati progettuali.

Il valore della temperatura esterna media deve essere misurato, alle ore 6 del mattino del giorno o dei singoli giorni del collaudo, a nord e a 200 cm dal muro dell'edificio, con termometro schermato e posizionato in modo tale da non essere influenzato da condizioni esterne.

Per temperatura esterna media t'_e si intende il valore dell'ordinata media del diagramma di registrazione giornaliera della temperatura. In pratica, il valore di t'_e è ottenuto come media aritmetica delle letture delle temperature massima e minima, misurate alle ore 8 e alle ore 19. Il direttore dei lavori potrà prevedere la misurazione della temperatura alle ore 6 del mattino del giorno della prova.

Misura del valore della temperatura interna. Sfasamento tra le misurazioni delle temperature esterna e interna

Il valore della temperatura interna t_i deve essere misurato nella parte centrale dell'ambiente e ad un'altezza di 150 cm dal pavimento. Lo strumento non deve essere influenzato da fonti di calore o effetti radianti. Per gli ambienti di grandi dimensioni, la misura della temperatura in °C viene effettuata in più punti, e sempre ad un'altezza di 150 cm dal pavimento, assumendo il valore dato dalla media aritmetica delle misure eseguite.

In caso di uso di termometri registratori, il valore della temperatura media sarà dato dall'ordinata media del grafico di registrazione giornaliera della temperatura.

Sui valori della temperatura interna media sono ammesse tolleranze comprese tra -1 e $+2$ °C rispetto alle temperature di contratto. In particolare, per i locali che siano soggetti all'irradiazione solare o ad altre eventuali addizioni o sottrazioni di calore, si potranno ammettere tolleranze maggiori fino a due gradi in più o in meno.

Nel caso di molti ambienti, si prenderanno in considerazione soltanto i più importanti e imprescindibili.

È importante, durante le operazioni di verifica, che gli ambienti siano riscaldati uniformemente.

La temperatura dei locali deve essere misurata dopo che è trascorsa almeno un'ora dalla chiusura delle finestre e, nel caso di pannelli radianti collocati nel soffitto o su di esso o nella parte alta delle pareti, almeno un'ora e mezzo dopo la chiusura.

È da tener presente che, in una qualunque ora del giorno, per la parte d'impianto a funzionamento continuo si potranno tenere aperte le finestre per 15 minuti.

Fa eccezione il riscaldamento degli ambienti con aerotermiti.

Per la valutazione dello sfasamento tra il periodo di rilievo delle temperature esterna e interna e la durata del rilievo della temperatura esterna, può farsi riferimento all'appendice B della norma UNI 5364.

Tabella 81.12 - Durata del rilievo della temperatura esterna

Caratteristiche della parete esterna	Tipo/spessore totale della parete esterna [m]	Capacità termica media		Durata del rilievo della temperatura esterna [ore]	Intervallo tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna [ore]
		kcal/[°C m²]	kJ/K·m²		
Vetro	semplice	1,8	7,5	3	0
Vetro	doppio	2,5	10	6	0
Laterizio	0,05÷0,15	35	146	12	3
Laterizio	0,16÷0,25	70	293	24	6
Laterizio	0,26÷0,35	105	440	24	12
Laterizio	0,36÷0,45	140	586	24	24
Laterizio	0,46÷0,55	175	733	24	48
Laterizio con camera d'aria	0,25÷0,35	35	146	24	4
Laterizio con camera d'aria	0,36÷0,45	55	230	24	6

Per pareti aventi caratteristiche costruttive diverse, si dovrà calcolare la capacità calorifica media e, in base al confronto con i valori della tabella 81.12, si avrà la durata del rilievo e lo sfasamento tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna.

Misura della temperatura media di mandata e di ritorno dell'acqua

La temperatura di mandata dell'acqua è quella riferita alla temperatura dell'acqua di andata, misurata in corrispondenza del tubo di uscita dal generatore o collettore di uscita in caso di caldaie in parallelo.

La temperatura di ritorno è la temperatura misurata in corrispondenza del tubo di ritorno, o collettore di ritorno in caso di caldaie in parallelo.

Le suddette temperature, solitamente riferite a valori medi sulla base di diverse letture effettuate nel corso della giornata, devono essere misurate con appositi termometri schermati e posizionati in modo tale da non risultare influenzati da condizioni esterne.

Verifica del generatore di calore

Limiti delle emissioni

L'art. 286 del D.Lgs. n. 152/2006 stabilisce che le emissioni in atmosfera degli impianti termici civili di potenza termica nominale superiore al valore di soglia devono rispettare i valori limite previsti dalla parte III dell'allegato IX alla parte quinta dello stesso decreto.

I valori di emissione degli impianti devono essere controllati almeno annualmente dal responsabile dell'esercizio e della manutenzione dell'impianto nel corso delle normali operazioni di controllo e manutenzione. I valori misurati, con l'indicazione delle relative date, dei metodi di misura utilizzati e del soggetto che ha effettuato la misura, devono essere allegati al libretto di centrale previsto dal D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412. Tale controllo annuale dei valori di emissione non è richiesto nei casi previsti dalla parte III, sezione 1 dell'allegato IX alla parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006. Al libretto di centrale devono essere allegati, altresì, i documenti che attestano l'espletamento delle manutenzioni necessarie a garantire il rispetto dei valori limite di emissione previste dalla denuncia di installazione.

Ai fini del campionamento, dell'analisi e della valutazione delle emissioni degli impianti termici di si applicano i metodi previsti nella parte III dell'allegato IX alla parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006, di seguito riportati.

Il comma 4 del citato art. 286 ha disposto che, con decorrenza dal termine di 180 giorni dalla data di entrata in vigore della parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006, l'installatore, contestualmente all'installazione o alla modifica dell'impianto, deve verificare il rispetto dei valori limite di emissione previsti dallo stesso articolo.

Valori di emissione

Sezione I – Valori limite per gli impianti che utilizzano i combustibili diversi da biomasse e da biogas

Gli impianti termici civili che utilizzano i combustibili previsti dall'allegato X diversi da biomasse e biogas devono rispettare, nelle condizioni di esercizio più gravose, un valore limite di emissione per le polveri totali pari a 50 mg/Nm³ riferito ad un'ora di funzionamento, esclusi i periodi di avviamento, arresto e guasti. Il tenore volumetrico di ossigeno nell'effluente gassoso anidro è pari al 3% per i combustibili liquidi e gassosi e pari al 6% per i combustibili solidi. I valori limite sono riferiti al volume di effluente gassoso secco rapportato alle condizioni normali.

I controlli annuali dei valori di emissione di cui all'art. 286, comma 2, non sono richiesti se l'impianto utilizza i combustibili di cui all'allegato X, parte I, sezione II, paragrafo I, lettere a), b), c), d), e) o i) e se sono regolarmente eseguite le operazioni di manutenzione previste dal D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412.

Sezione 2 – Valori limite per gli impianti che utilizzano biomasse

Gli impianti termici che utilizzano biomasse di cui all'allegato X D.Lgs. n. 152/2006, devono rispettare i seguenti valori limite di emissione, riferiti ad un'ora di funzionamento dell'impianto nelle condizioni di esercizio più gravose, esclusi i periodi di avviamento, arresto e guasti. Il tenore di ossigeno di riferimento è pari all'11% in volume nell'affluente gassoso anidro. I valori limite sono riferiti al volume di effluente gassoso secco rapportato alle condizioni normali.

POTENZA TERMICA NOMINALE DELL'IMPIANTO (MW) ²	>0,15÷<1
POLVERI TOTALI	100 mg/Nm ³
CARBONIO ORGANICO TOTALE (COT)	-
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	350 mg/Nm ³
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO ₂)	500 mg/Nm ³
OSSIDI DI ZOLFO (ESPRESSI COME SO ₂)	200 mg/Nm ³

Sezione 3 – Valori limite per gli impianti che utilizzano biogas

Gli impianti che utilizzano biogas di cui all'allegato X del D.Lgs. n. 152/2006, devono rispettare i valori limite di emissione indicati nei punti seguenti, espressi in mg/Nm³ e riferiti ad un'ora di funzionamento dell'impianto nelle condizioni di esercizio più gravose, esclusi i periodi di avviamento, arresto e guasti. I valori limite sono riferiti al volume di affluente gassoso secco rapportato alle condizioni normali.

Per i motori a combustione interna i valori limite di emissione, riferiti a un tenore volumetrico di ossigeno pari al 5% nell'effluente gassoso anidro, sono quelli di seguito riportati.

POTENZA TERMICA NOMINALE DELL'IMPIANTO	≤3 MW
CARBONIO ORGANICO TOTALE (COT)	150 mg/Nm ³
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	800 mg/Nm ³
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO ₂)	500 mg/Nm ³
COMPOSTI INORGANICI DEL CLORO SOTTO FORMA DI GAS O VAPORI (COME HCl)	10 mg/Nm ³

Per le turbine a gas fisse i valori limite di emissione, riferiti a un tenore volumetrico di ossigeno pari al 15%, nell'effluente gassoso anidro, sono quelli di seguito riportati.

POTENZA TERMICA NOMINALE DELL'IMPIANTO	≤3 MW
CARBONIO ORGANICO TOTALE (COT)	-
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	100 mg/Nm ³
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO ₂)	150 mg/Nm ³
COMPOSTI INORGANICI DEL CLORO SOTTO FORMA DI GAS O VAPORI (COME HCl)	5 mg/Nm ³

Per le altre tipologie di impianti di combustione i valori limite di emissione, riferiti a un tenore volumetrico di ossigeno pari al 3%, nell'affluente gassoso anidro, sono quelli di seguito riportati.

POTENZA TERMICA NOMINALE DELL'IMPIANTO	≤3 MW
CARBONIO ORGANICO TOTALE (COT)	150 mg/ Nm ³
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	300 mg/Nm ³
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO ₂)	30 mg/Nm ³
COMPOSTI INORGANICI DEL CLORO SOTTO FORMA DI GAS O VAPORI (COME HCl)	30 mg/Nm ³

Sezione 4 – Metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni

Per il campionamento, l'analisi e la valutazione delle emissioni previste dalle sezioni precedenti si applicano i metodi contenuti nelle seguenti norme tecniche e nei relativi aggiornamenti:

UNI EN 1911-1 – Emissioni da fonte fissa. Metodo manuale per la determinazione dell'HCl. Campionamento dei gas;

UNI EN 1911-2 – Emissioni da fonte fissa. Metodo manuale per la determinazione dell'HCl. Assorbimento dei composti gassosi;

UNI EN 1911-3 – Emissioni da fonte fissa. Metodo manuale per la determinazione dell'HCl. Analisi delle soluzioni di assorbimento e calcoli;

UNI EN 13284-1 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni. Metodo manuale gravimetrico;

UNI EN 12619 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa del carbonio organico totale in forma gassosa a basse concentrazioni in effluenti gassosi. Metodo in continuo con rivelatore a ionizzazione di fiamma;

UNI EN 13526 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa del carbonio organico totale in forma gassosa in effluenti gassosi provenienti da processi che utilizzano solventi. Metodo in continuo con rivelatore a ionizzazione di fiamma;

UNI 10393 – Misure alle emissioni. Determinazione del biossido di zolfo nei flussi gassosi convogliati. Metodo strumentale con campionamento estrattivo diretto;

UNI EN 15058 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di monossido di carbonio (CO). Metodo di riferimento: spettrometria a infrarossi non dispersiva;

UNI 9970 – Misure alle emissioni. Determinazione degli ossidi di azoto in flussi gassosi convogliati. Metodo all'acido fenoldisolfonico.

Per la determinazione delle concentrazioni delle polveri, le norme tecniche di cui sopra non si applicano nelle parti relative ai punti di prelievo.

² Agli impianti di potenza termica nominale pari o superiore al valore di soglia e non superiore a 0,15 MW si applica un valore limite di emissione per le polveri totali di 200 mg/Nm³.

Per la determinazione delle concentrazioni di ossidi di azoto, monossido di carbonio, ossidi di zolfo e carbonio organico totale, è consentito anche l'utilizzo di strumenti di misura di tipo elettrochimico.

Per gli impianti di cui alla sezione 2 o alla sezione 3, in esercizio alla data di entrata in vigore del D.Lgs. n. 152/2006, possono essere utilizzati i metodi in uso ai sensi della normativa previgente.

Misura della temperatura dei fumi

Al fine di agevolare analisi e campionamenti devono essere predisposti alla base del camino due fori allineati sull'asse del camino con relativa chiusura a tenuta. In caso di impianti con potenza termica nominale superiore a 580 kW, due identici fori devono essere predisposti anche alla sommità dei camini in posizione accessibile per le verifiche. La distanza di tali fori dalla bocca non deve essere inferiore a cinque volte il diametro medio della sezione del camino, e comunque ad 1,50 m. In ogni caso, i fori devono avere un diametro idoneo a garantire l'effettiva realizzazione di analisi e campionamenti.

I fori alla base del camino devono trovarsi in un tratto rettilineo del camino e a distanza non inferiore a cinque volte la dimensione minima della sezione retta interna, da qualunque cambiamento di direzione o di sezione. Qualora esistano impossibilità tecniche di praticare i fori alla base del camino alla distanza stabilita, questi possono essere praticati alla sommità del camino con distanza minima dalla bocca di 1,5 m in posizione accessibile per le verifiche.

NORMA DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, parte V, allegato IX.

Art. 41. Impianti di trattamento aria

L'Unità di Trattamento Aria dovrà essere del tipo per installazione all'esterno ed avere le seguenti caratteristiche:

PULIBILITÀ

- gli spigoli interni con angoli minori di 90° devono essere raccordati;
- devono prevedersi pannelli drenanti in ogni sezione;
- devono evitarsi, il più possibile, fessure, bordi, cavità.

ISPEZIONABILITÀ

- devono prevedersi aperture d'accesso in ogni sezione;
- l'UTA con altezza >1,60 m deve essere dotata di pannelli di fondo calpestabili per agevolare le operazioni di pulizia;
- ogni sezione deve essere dotata di un'adeguata illuminazione con grado di protezione IP 67.

CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE UTA

Portata aria di MANDATA = 6000 m³/h – 4500 m³/h

Pressione (prevalenza) statica utile in MANDATA = Pa 250 - Pa 250

Limiti di funzionamento °C -5 / +20 - °C -5 / +40

Sezioni di macchina: 3580x1500x1700 mm – 3380x1300x1520 mm

Peso totale: 825 kg – 643 kg

Caratteristiche costruttive

Struttura con profili 50x50 mm in alluminio anodizzato estruso autoportante, con requisiti di resistenza meccanica conforme alla norma EN1886: D1 (M). Pannellatura da 50 mm di spessore tipo sandwich a doppia parete con esterno in lamiera di acciaio zincato preverniciato ed interno in lamiera zincata a caldo con isolamento in schiuma poliuretanica di densità pari a 40 kg/m³.

41.1 Sistema di regolazione e supervisione

L'impianto deve essere provvisto di apparecchiature per la regolazione automatica della temperatura del fluido vettore in funzione della temperatura esterna, del conseguente fattore di carico e del numero di circuiti serviti. Il sistema di regolazione dispone di più sonde ed opera mediante valvole motorizzate o l'azionamento in sequenza o in cascata di più apparecchiature.

La regolazione deve essere suscettibile di adeguamento del funzionamento al diagramma di esercizio proprio dell'impianto regolato.

È indispensabile prevedere un sistema di regolazione automatica della temperatura ambiente per ogni sezione o zona omogenea, di valvole termostatiche o di termostati/cronotermostati ambiente agenti su valvole di zona o sui servomotori elettrici dei collettori, al fine di conseguire la necessaria omogeneità delle temperature ambiente e recuperare eventuali apporti di calore gratuiti esterni ed interni.

Sono da preferire valvole di zona a 3 vie con by-pass tarabile e alimentazione a 24 V, con servomotore completo di contatto di fine corsa per lo spegnimento della pompa di mandata al fine ridurre i consumi elettrici, così come i sistemi a portata variabile abbinati a pompe di tipo elettronico.

Il sistema di regolazione sarà costituito da:

- n 1 filtro aria con telaio in lamiera zincata ed un setto filtrante plissettato, spessore 48 mm in fibra di vetro di colore bianco contenuto da due reti zincate elettrosaldate;
- n 1 filtro aria a tasche rigide con telaio in poliestere e setto filtrante a tasche rigide, spessore 292 mm, in microfibra di vetro di colore bianco;
- n 1 recuperatore di calore controcorrente in alluminio utilizzato per trasferire il calore dall'aria espulsa all'aria esterna in ingresso, con efficienze superiori all'80% in aria secca, con Certificazione Eurovent ed è dimensionato in accordo alla direttiva ECO Design;
- n 1 sistema di sbrinamento utilizzato nel caso di temperature esterne molto basse. Il sistema di sbrinamento può essere ad azionamento elettrico o tramite batteria ad acqua calda. Il recuperatore di calore;
- n 1 serranda di bypass per la gestione della modalità free-cooling e free-heating;
- ventilatori di tipo plug-fan ad alta efficienza dotati di motore brushless EC incorporato per garantire un'accurata regolazione del flusso d'aria sia nella sezione di mandata che di ripresa, assicurando che tutti i requisiti normativi come SFP siano soddisfatti. La portata d'aria del ventilatore è gestita attraverso il sistema di controllo elettronico integrato assicurando così, in base alle esigenze dell'impianto, che venga mantenuto il corretto funzionamento dell'unità con conseguente risparmio dell'energia assorbita dall'unità;
- sonde di temperatura dell'aria installate sulla presa d'aria esterna e ripresa dell'aria ambiente. Il controllo permette di selezionare, in variazione continua, le velocità dei ventilatori di mandata e di ritorno e gestisce automaticamente la serranda di by-pass del recuperatore di calore attraverso il comando motorizzato On/Off, il cambio stagionale estate/inverno e la programmazione per fasce orarie giornaliere;
- Kit comprensivo di valvola a 3 vie per la regolazione della portata dell'acqua, da abbinare alla batteria ad acqua fredda e servocomando elettrico modulante;
- batteria ad acqua fredda, realizzata con tubi in rame spessore 0.40 mm ed alette in alluminio spessore 0,11 mm. La sezione è completa di bacinella raccolta condensa con scarico.

Tali componenti dovranno essere collegati al sistema Siemens ed implementati sullo stesso al fine di consentirne la regolazione e la supervisione.

41.2 Sistema di regolazione e supervisione

Gli interventi previsti consistono nel raccordo dei canali esistenti alle sezioni della nuova unità di trattamento aria mediante l'utilizzo di canali in lamiera zincata a sezione rettangolare, eseguiti in classe A di tenuta secondo norma UNI EN 1507, privi di rivestimento, compreso guarnizioni e bulloneria per l'assemblaggio, misurate secondo EN 14239 e guida AICARR, spessore lamiera 8/10.

È vietato il carico diretto sulle condotte con pesi superiori ai 25 kg/m² (strati di cemento, tubazioni per il trasporto di fluidi, canaline elettriche etc.), avendo cura inoltre di evitare il passaggio di pedoni sulle stesse.

L'Impresa esecutrice dovrà rivestire o comunque richiudere con adatto materiale tutti i residui fori che dovessero restare intorno alle canalizzazioni dove queste attraversano pavimenti, pareti e tramezzi.

41.3 Manutenzione e pulizia

Secondo le norme: UNI 10339, UNI EN12097, gli sportelli d'ispezione dovranno essere posizionati: all'estremità di una condotta con dimensioni pari alla stessa per dimensioni interne <200 mm; sul fianco con dimensioni riportate nella UNI ENV 12097.

I componenti aeraulici devono poter essere smontati, in caso contrario è necessario prevedere gli accessi da entrambi i lati; i canali con deflettori interni e/o captatori dovranno essere costruiti con il metodo di sgancio rapido per favorire l'accesso da ciascuna estremità e realizzati con i profili anodizzati a U e a seggiola che, unitamente alla guarnizione in teflon garantiscono la perfetta tenuta pneumatica.

Le etichette autoadesive per l'identificazione dei pezzi devono essere applicate unicamente sulla superficie esterna.

Durante il trasporto tutte le parti delle condotte devono essere sigillate, otturando o tappando le estremità.

Lo stoccaggio deve essere effettuato in ambiente pulito, asciutto e privo di polvere.

I rivestimenti protettivi devono essere rimossi solo immediatamente prima dell'installazione, sottoponendo le stesse a ispezione visiva.

Ove occorrente dovranno essere previsti dispositivi di assorbimento e smorzamento delle vibrazioni sonore. All'uopo le fondazioni dei macchinari ed i raccordi fra i ventilatori e le canalizzazioni dovranno essere costruite con materiali ammortizzatori delle vibrazioni.

41.4 Tubazioni

Gli interventi previsti consistono nel raccordo delle tubazioni esistenti alle tubazioni da collegare alla nuova unità di trattamento aria mediante l'utilizzo di tubazioni in acciaio coibentate e con lamina di alluminio.

Le tubazioni dovranno essere fissate con staffe o supporti di altro tipo in modo da garantire un perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno.

Le tubazioni in vista o incassate dovranno trovarsi ad una distanza di almeno 8 cm (misurati dal filo esterno del tubo o del suo rivestimento) dal muro.

Tutte le giunzioni saranno eseguite in accordo con le prescrizioni e con le raccomandazioni dei produttori per garantire la perfetta tenuta; nel caso di giunzioni miste la Direzione Lavori fornirà specifiche particolari alle quali attenersi.

L'Appaltatore dovrà fornire ed installare adeguate protezioni, in relazione all'uso ed alla posizione di tutte le tubazioni in opera e provvederà anche all'impiego di supporti antivibrazioni o spessori isolanti, atti a migliorare il livello di isolamento acustico.

Le pressioni di prova, durante il collaudo, saranno di 1,5-2 volte superiori a quelle di esercizio e la lettura sul manometro verrà effettuata nel punto più basso del circuito. La pressione dovrà rimanere costante per almeno 24 ore consecutive entro le quali non dovranno verificarsi difetti o perdite di qualunque tipo; nel caso di imperfezioni riscontrate durante la prova, l'Appaltatore dovrà provvedere all'immediata riparazione dopo la quale sarà effettuata un'altra prova e questo fino all'eliminazione di tutti i difetti dell'impianto.

Le tubazioni per impianti di riscaldamento saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nelle descrizioni delle opere relative; i materiali utilizzati per tali tubazioni saranno, comunque, dei tipi seguenti:

a) tubazioni in acciaio nero senza saldatura, serie UNI EN 10255/07.

Sarà onere dell'Appaltatore presentare al Direttore dei Lavori prima dell'inizio delle opere eventuale campionatura dei materiali che intende fornire, relativa a tubazioni, giunzioni, pezzi speciali, corredata da tutta la documentazione tecnica necessaria alla verifica di conformità del materiale proposto alle prescrizioni tecniche di progetto.

Tubazioni in acciaio

Dovranno essere in acciaio non legato e corrispondere alle norme UNI ed alle prescrizioni vigenti, essere a sezione circolare, avere profili diritti entro le tolleranze previste e privi di difetti superficiali sia interni che esterni.

La classificazione dei tubi in acciaio è la seguente:

- tubi senza prescrizioni di qualità (Fe 33);
- tubi di classe normale (Fe 35-1/ 45-1/ 55-1/ 52-1);
- tubi di classe superiore (Fe 35-2/ 45-2/ 55-2/ 52-2).

Le tubazioni in acciaio nero saranno utilizzate per la realizzazione di reti interne o esterne alle centrali tecnologiche, complete di pezzi speciali, materiali per la saldatura, verniciatura con doppia mano di antiruggine, staffaggi, fissaggio, collegamenti con diametri da 10 mm (3/8") fino a 400 mm (16") con peso variante da 0,74 kg/ml a 86,24 kg/mL.

Rivestimenti protettivi delle tubazioni in acciaio

I rivestimenti protettivi dei tubi potranno essere dei seguenti tipi:

- zincatura (da effettuare secondo le prescrizioni vigenti);
- rivestimento esterno con guaine bituminose e feltro o tessuto di vetro;
- rivestimento costituito da resine epossidiche od a base di polietilene.

Tutti i rivestimenti dovranno essere omogenei, aderenti ed impermeabili.

Art. 42. Impianti di condizionamento e riscaldamento

Non necessariamente tutte le apparecchiature descritte troveranno poi effettivo riscontro nel progetto, e ciò per consentire alla D.L. e/o alla Stazione Appaltante di richiedere alla Ditta apparecchiature nuove e/o di variante, secondo le esigenze che si manifesteranno in corso d'appalto e/o durante l'esecuzione dei lavori, avendone già l'eventuale descrizione in capitolato.

Se la Ditta intenderà proporre apparecchiature e/o componenti non compresi tra quelli di seguito descritti, ne dovrà illustrare le caratteristiche e prestazioni in maniera dettagliata, sulla falsariga di quelle di seguito esposte. *In ogni caso i materiali ed i componenti proposti in variante dovranno avere caratteristiche tecniche e prestazionali non inferiori a quelle di seguito descritte.*

I materiali e quanto necessita per la realizzazione dell'opera proverranno dalle località che l'Appaltatore riterrà più di sua convenienza, purché abbiano le caratteristiche stabilite dalle leggi, dai regolamenti vigenti in materia, dalla normativa del presente disciplinare prestazionale.

Tutti i materiali devono essere riconosciuti, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, della migliore qualità e devono rispondere ai requisiti appresso indicati.

I materiali ritenuti non idonei dovranno essere allontanati immediatamente, a cura e spese dell'impresa e l'accettazione dei materiali da parte della D.L. non solleva l'Appaltatore dalle sue responsabilità.

42.1 Requisiti dell'impianto

L'impianto di climatizzazione, conformemente al progetto definitivo, deve assicurare negli ambienti specifici:

- una determinata temperatura;
- una determinata umidità relativa;
- un determinato rinnovo dell'aria.

L'aria immessa, sia essa esterna, di rinnovo o ricircolata, è di regola filtrata.

La climatizzazione può essere:

- soltanto invernale, nel qual caso la temperatura ambiente è soggetta alle limitazioni previste dalle vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici;
- soltanto estiva;
- estiva e invernale.

Qualunque sia il sistema di climatizzazione, deve essere assicurata la possibilità di una regolazione locale, almeno della temperatura e per i locali principali.

Qualora l'impianto serva una pluralità di unità immobiliari, ciascuna di tali unità deve essere servita separatamente, ai fini della possibilità della contabilizzazione dell'energia utilizzata.

Per quanto concerne le prescrizioni in vigore e le normative da osservare, si fa espresso riferimento alle prescrizioni valide per gli impianti di riscaldamento.

Classificazione

La climatizzazione viene classificata secondo uno dei criteri seguenti:

- impianti cosiddetti *a tutt'aria*, in cui l'aria, convenientemente trattata centralmente, viene immessa nei singoli locali con caratteristiche termoisometriche tali da assicurare le condizioni previste;
- impianti in cui l'aria viene trattata localmente nella, o nelle, batterie di apparecchi singoli. Tali batterie, se riscaldanti, sono alimentate con acqua calda o con vapore; se raffreddanti, invece, sono alimentate con acqua refrigerata, oppure si prevede l'evaporazione di un fluido frigorigeno entro le batterie in questione;
- impianti cosiddetti *ventilconvettori*, in cui l'aria ambiente viene fatta circolare mediante un elettroventilatore. Nei cosiddetti *induttori* l'aria ambiente viene richiamata attraverso le batterie, per l'effetto induttivo creato dall'uscita da appositi ugelli (eiettori) di aria, cosiddetta *primaria*, immessa nell'apparecchio ad alta velocità.

Il rinnovo dell'aria negli impianti con ventilconvettori può avvenire:

- per ventilazione naturale dell'ambiente e quindi in misura incontrollabile;
- per richiamo diretto dall'esterno, da parte di ciascun apparecchio, attraverso un'apposita apertura praticata nella parete;
- con l'immissione, mediante una rete di canalizzazioni, di aria cosiddetta *primaria* trattata centralmente.

42.2 Sistema di regolazione e supervisione

Il sistema di regolazione dell'impianto deve consentire di mantenere la temperatura interna di progetto specificata in presenza delle variazioni di carichi termici interni e delle condizioni climatiche esterne specificate nel progetto e, se richiesto, proteggere l'edificio e gli impianti dai danni da gelo e umidità quando non è richiesto il normale livello di temperatura confortevole.

L'impianto deve essere dotato di sistema di regolazione automatico e/o manuale. I sistemi di regolazione sono classificati come segue:

- a) classificazione basata sul livello della regolazione:
 - regolazione centrale (C);
 - regolazione di zona (Z);
 - regolazione locale (L).
- b) classificazione basata sulla modalità di regolazione:
 - regolazione manuale (M);
 - regolazione automatica (A);
 - regolazione a tempo (T);
 - regolazione a tempo ottimizzata (O).

Componenti degli impianti di climatizzazione

Tutti i componenti destinati al riscaldamento dei locali devono avere attestato di conformità.

I componenti degli impianti di condizionamento dovranno, comunque, essere conformi alle norme UNI, mentre gli apparecchi di sicurezza e di protezione dovranno essere provvisti di certificato di conformità, come indicato per gli impianti di riscaldamento. Inoltre, i componenti degli impianti in questione:

- devono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza, ai fini della loro revisione, o dell'eventuale sostituzione;
- devono essere in grado di non provocare danni alle persone o alle cose, se usati correttamente e assoggettati alla manutenzione prescritta.

La rumorosità dei componenti, in corso di esercizio, deve essere contenuta, eventualmente con l'ausilio di idonei apprestamenti, entro limiti tali da non molestare né gli utilizzatori né i terzi.

Di tutti i dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo, devono essere rese chiaramente individuabili le cause di intervento, onde renderne possibile l'eliminazione.

42.3 Distribuzione dei fluidi termovettori

Tubazioni

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento. Per quanto riguarda la climatizzazione estiva, invece, la rete di tubazioni deve comprendere:

- le tubazioni della centrale frigorifica;
- la rete dell'acqua di raffreddamento nel caso in cui il gruppo frigorifero sia raffreddato ad acqua;
- le tubazioni di allacciamento alle batterie dei gruppi condizionatori; e, nel caso di apparecchi locali:
- la rete di distribuzione dell'acqua refrigerata che, a sua volta, comprende:
 - la rete orizzontale principale;
 - le colonne montanti;
 - eventuali reti orizzontali;

- gli allacciamenti ai singoli apparecchi locali.
- la rete di scarico di eventuali condensazioni;
- la rete di sfogo dell'aria.

Le reti di distribuzione possono essere:

- a quattro tubi (di cui due per il riscaldamento e due per il raffreddamento);
- a due tubi, alimentati, alternativamente, con acqua calda e con acqua refrigerata, secondo le stagioni.

Ferme restando le prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, le tubazioni di acqua fredda per il raffreddamento del gruppo frigorifero e le tubazioni di acqua refrigerata devono essere coibentate affinché l'acqua giunga agli apparecchi alla temperatura prevista e non si verifichino fenomeni di condensazione.

Isolamento termico

I componenti del sistema di distribuzione che non contribuiscono direttamente all'emissione termica, comprese le tubazioni per il loro intero sviluppo, devono essere isolati allo scopo di:

- minimizzare le dispersioni termiche;
- evitare effetti dannosi di superfici troppo calde per garantire la sicurezza degli occupanti, per esempio, evitare il contatto fisico della pelle con superfici alla temperatura di esercizio;
- evitare danni all'impianto di riscaldamento dal gelo, per esempio protezione antigelo. Il materiale isolante:
- deve essere scelto in base al tipo di applicazione e in modo da evitare corrosione e incompatibilità fra componenti dell'impianto di riscaldamento e cavi, conduttori e componenti elettrici.
- deve avere uno spessore in conformità alle norme in materia di resistenza al fuoco
- deve essere resistente agli effetti dell'umidità e degli agenti chimici e batteriologici nelle normali condizioni di impiego.

I materiali isolanti impiegati per la coibentazione delle tubazioni sono:

- polietilene estruso (conduttività a 40 °C pari a 0,045 W/(m°C));
- lana di vetro in cospelli (conduttività a 40 °C pari a 0,039 W/(m°C));
- poliuretano espanso in cospelli (conduttività a 40 °C pari a 0,038 W/(m°C));
- polistirene estruso rigido in cospelli (conduttività a 40 °C pari a 0,040 W/(m°C)).

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici, ai sensi dell'allegato B del D.P.R. n. 412/1993, devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo, in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/ m°C alla temperatura di 40 °C.

Il materiale isolante deve essere applicato in maniera uniforme senza variazioni di spessore o strozzature con particolare attenzione alle curve, i raccordi, le saracinesche e quant'altro possa costituire ponte termico.

NORME DI RIFERIMENTO

Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

Ministero dello Sviluppo Economico - Decreto 26 giugno 2009 Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

Decreto del Ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. (Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n.108).

D.M. 12/12/1985 Norme tecniche relative alle tubazioni

Legge 9/01/1991, n. 10 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia

D. Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

D.M. 7 ottobre 1991 Norme transitorie per il contenimento dei consumi energetici

D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 551 Regolamento recante modifiche al d.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.

D.P.R. 26 agosto 1993, n.412 Regolamento recante norme per la progettazione, installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n.10

UNI 10339:1995 Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura

UNI EN 12831:2006 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.

UNI EN ISO 13790:2008 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.

UNI EN 15316-1:2008 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 1: Generalità.

UNI EN 15316-2-1:2008 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 2-1: Sistemi di emissione del calore negli ambienti.

UNI/TS 11300-2:2008 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

UNI 10349:1994 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

UNI 10355:1994 Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.

UNI EN 14114:2006 Prestazioni igrotermiche degli impianti degli edifici e delle installazioni industriali - Calcolo della diffusione del vapore acqueo - Sistemi di isolamento per le tubazioni fredde.

UNI/TS 11300-1:2008 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.

UNI 10379:2005 Riscaldamento degli edifici - Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato

NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Oltre a quanto indicato nelle "Norme Tecniche Generali" del listino prezzi della Regione Puglia, i lavori saranno valutati come di seguito indicato.

Art. 43. Valutazione lavori a corpo e a misura

Per le opere o le provviste a corpo il prezzo convenuto è fisso e invariabile, senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla qualità di dette opere o provviste. Per le opere appaltate a misura, la somma prevista nel contratto può variare, tanto in più quanto in meno, secondo la quantità effettiva di opere eseguite.

Art. 44. Scavi

44.1 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti, si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o per la sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc. e, in generale, tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

Gli scavi di sbancamento generale saranno misurati a volume col metodo delle sezioni ragguagliate, basandosi sul piano quotato redatto all'inizio lavori e sui disegni di progetto.

Normalmente si considera come perimetro dello scavo la verticale sul filo esterno dei manufatti perimetrali.

In nessun caso verrà misurata la scarpata che viene data alle pareti dello scavo, o eventuali maggiorazioni dettate dalla necessità di effettuare armature provvisorie, puntellazioni, ecc.

44.2 Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata verranno misurati esclusivamente sulla verticale del filo esterno dei manufatti, senza tenere conto dei maggiori volumi di scavo effettuati dall'appaltatore per proprie ragioni operative.

All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

44.3 Scavi in presenza d'acqua

Si considerano cavi in presenza d'acqua soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà, perciò, considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovrapprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione, per tenere conto degli aggotamenti ed esaurimenti dell'acqua presente, con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.

L'aggotamento delle acque di falda col sistema well-point sarà pagata come indicato nell'elenco prezzi con il relativo prezzo di elenco, comprensivo delle punte aspiranti, pompe, mano d'opera, trasporto, messa in opera tubi, fornitura di energia, manutenzione, guardiania, controllo e assistenza nelle 24 ore.

44.4 Oneri aggiunti per gli scavi

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

- il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza e anche in presenza d'acqua;
- i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro o a rifiuto, entro i limiti previsti in elenco prezzi, la sistemazione delle materie di rifiuto, il deposito provvisorio e la successiva ripresa;
- la regolazione delle scarpate o delle pareti, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi, secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- le puntellature, le sbadacchiature e le armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, le scomposizioni, le estrazioni e l'allontanamento, nonché gli sfridi, i deterioramenti, le perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie (occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati), i passaggi, gli attraversamenti, ecc.;
- ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

44.5 Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni devono essere valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 30 cm. Devono essere dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate devono essere valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

Art. 45. Rilevati, rinterri e vespai

45.1 Rilevati

Il volume dei rilevati e dei rinterri deve essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

45.2 Rinterri

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

45.3 Preparazione dei piani di posa dei rilevati

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., deve essere compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

45.4 Riempimento con misto granulare. Vespai

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., deve essere valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

Art. 46. Impianti elettrici

46.1 Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra e i collegamenti equipotenziali devono essere valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

46.2 Canalizzazioni e cavi

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre e il piatto di ferro zincato per le reti di terra, devono essere valutati al metro lineare, misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, i raccordi, i supporti, le staffe, le mensole e i morsetti di sostegno e il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT devono essere valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo un metro per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda e i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

I terminali dei cavi di MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, i morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², e i morsetti fissi oltre tale sezione.

Le scatole, le cassette di derivazione e i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta; in quelle dei box telefonici, invece, sono comprese le morsettiere.

46.3 Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale devono essere valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori necessari per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri, la carpenteria deve comprendere le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori e i contattori da quadro, devono essere distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie, quali:

- il numero dei poli;
- la tensione nominale;
- la corrente nominale;
- il potere di interruzione simmetrico;
- il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello). Comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per far sì che l'interruttore sia funzionante.

I corpi illuminanti devono essere valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori necessari per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I frutti elettrici di qualsiasi tipo devono essere valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio, che devono essere valutati a numero.

46.4 Opere di assistenza agli impianti

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce per la posa di tubazioni, cassette di derivazione, ecc., per impianti idrico-sanitari, elettrici, di riscaldamento, climatizzazione, ecc.;
- predisposizione e formazione di fori e nicchie per quadri elettrici, collettori, ecc.;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie;
- fissaggio di apparecchiature ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- materiali di consumo e mezzi d'opera occorrenti per l'esecuzione degli impianti;
- trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni o apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

Art. 47. Impianto di rilevazione incendi

Il sistema sarà costituito da un insieme di componenti atti a rilevare delle situazione di pericolo nel sito da proteggere, analizzarle e attuare delle azioni di emergenza. La tecnologia del sistema sarà di tipo digitale con dialogo analogico identificato, tecnologia per la quale, il rivelatore analizza costantemente il campo interagendo in tempo reale con la centrale che dopo avere elaborato i dati provenienti dal rivelatore, in funzione dei parametri preimpostati, stabilisce l'azione da intraprendere e le relative procedure.

Alle centrali faranno capo direttamente e/o a mezzo di opportune periferiche tutti gli elementi in campo, quali rivelatori automatici, pulsanti manuali, avvisatori di allarme e organi di comando e saranno collegati alla linea "bus" in modo da essere identificati e gestiti dalla centrale.

La linea "bus" dovrà essere realizzata ad anello chiuso, con cavo a due conduttori twistato e schermato EN50200 e dotata di isolatori di linea, in conformità a quanto è richiesto dalla Norma UNI 9795 punto 5.2.7.

Il sistema utilizzerà rivelatori di tipo adeguato all'evento fisico da controllare per la gestione di rivelazione incendio (puntiforme di fumo e lineare ottico) e tecnologico di sicurezza e sarà possibile azionare anche in modo manuale l'allarme incendio a mezzo di pulsanti dedicati posizionati in prossimità delle vie di esodo.

Gli allarmi generati dai rivelatori di qualsiasi tipo saranno gestiti dalla centrale, a mezzo di opportuno software gestionale, provvedendo a gestire degli attuatori di allarme quali, avvisatori ottici e/o acustici, elettromagneti porte, serrante tagliafuoco, elettrovalvole e comandi vari, secondo una strategia di allarme adeguata al sito da proteggere ed alle attività in esso svolte in modo discriminato per compartimento e tipologia di allarme.

La centrale sarà governata da microprocessore e dovrà avere idonee uscite per il collegamento di stampante, pannelli remoti, pannelli sinottici e sistemi integrati di gestione e supervisione con mappe grafiche sia locali che remoti ed governo remoto tramite linea Lan.

Per la realizzazione degli impianti, si dovrà tenere conto della destinazione d'uso dei locali, delle esigenze del committente nel rispetto della legislazione e delle norme vigenti in materia:

Norme CEI 64-12: "Impianti di terra negli edifici per uso residenziale e terziario".

Documento CEN EN 54, pubblicazione italiana UNI: "Componenti dei sistemi di rivelazione automatica di incendio".

D. M. 30 Novembre 1983 : per la terminologia, simbologia e definizioni generali;

DPR 01 Agosto 2011 n. 151: "Regolamento per la disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi" e norme correlate;

CIRCOLARE 1° marzo 2002, n. 4 - Linee guida per la valutazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili;

D.M. 18 settembre 2002 : "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private";

D.M. 20 novembre 2012 : "Progettazione, costruzione esercizio e manutenzione degli impianti di protezione attiva contro l'incendio";

L. 81/08 : Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro; Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37: Norme per la sicurezza degli impianti;

DM 09 03 2007 – Resistenza al Fuoco : Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati";

Guida Tecnica VVF – vers. 09/12/2011 – "Linee di Indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio";

UNI 9795/ed.2010 - Sistemi fissi automatici di rilevazione e di segnalazione manuale d'incendio;

UNI 11224/ed.2011 - Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi;

CEI 64-8 – Impianti elettrici utilizzatori di tensione nominale non superiore a 1000V ca e 1500 Vcc;

Norme, Leggi e circolari esplicative collegate ai suddetti riferimenti.

PRESCRIZIONI TECNICHE

Il fornitore e/o installatore dovrà produrre una documentazione completa che illustri il tipo, le misure d'ingombro, la capacità nominale, la struttura, il nome del costruttore, le fotografie e/o i disegni di tutte le apparecchiature.

Per ogni centrale il fornitore dovrà includere:

Il manuale di Programmazione;

Il manuale Operatore;

Il manuale di Installazione.

Per i dispositivi periferici (Sensori, Moduli etc.) dovrà essere fornito:

Manuale di installazione che comprenda sia l'installazione meccanica che lo schema di collegamento con la centrale

Manuale con le norme da seguire per l'eventuale manutenzione.

Tutte le apparecchiature proposte come rispondenti a quelle specificate, dovranno essere conformi alle Leggi, ai Decreti ed alle Norme summenzionate.

Tale rispondenza dovrà essere documentata sui manuali allegati alle apparecchiature è visibile sui contenitori dei dispositivi.

Per quanto riguarda apparecchiature diverse da quelle specificate, il fornitore dovrà dimostrare che tali apparecchiature sostitutive sono uguali oppure superiori quanto a caratteristiche, funzioni, prestazioni e qualità, rispetto alle apparecchiature prescritte.

Tutte le apparecchiature ed i materiali dovranno essere nuovi e mai utilizzati.

Tutte le apparecchiature ed i materiali forniti dovranno essere imballati con imballi per singolo pezzo.

Ogni scheda delle apparecchiature fornite (centrali, sensori o moduli) dovrà essere marcata dal fornitore in maniera da non potere sostituire le date di produzione e/o collaudo.

Tutti i componenti ed i sistemi dovranno essere progettati per un funzionamento continuato, senza produzione di calore o peggioramenti nel funzionamento o nelle prestazioni.

Tutte le apparecchiature, i materiali, gli accessori, i dispositivi e gli altri componenti inclusi in questa specifica o riportati sui disegni e sulle specifiche d'installazione dovranno essere i più indicati al loro uso e dovranno essere forniti da un singolo fabbricante o, se forniti da fabbricanti diversi, dovranno essere riconosciuti come compatibili da entrambi i fabbricanti.

DISPLAY LCD ALLARME PER CENTRALI ANALOGICHE DISPLAY LCD ALLARME INCENDIO

Il terminale consentirà di remotizzare in altro locale facilmente accessibile, anche in caso di incendio, la gestione dell'impianto per mezzo del display LCD grafico per il riporto a distanza dello stato della centrale e dei suoi tasti funzione per la gestione, in conformità alle Norme UNI 9795 e DM 18/09/2002. Equipaggiato di 3 LED per la segnalazione d'allarme generale, guasto generale e tacitazione sirene. Permette inoltre la visione delle liste degli eventi presenti al momento sulla centrale divisi per: Allarmi, Guasti e Guasti di sistema. Sul pannello possono essere eseguite in maniera indipendente le funzioni relative ai tasti: Tacitazione Buzzer, Tacitazione uscite e Reset allarmi, LampTest.

DISPLAY LCD ALLARME INCENDIO TOUCH-SCREEN CON MAPPE GRAFICHE

Mediante il terminale grafico a colori con touch-screen 640x480 pixels SVGA, TFT 262000 colori e tramite software dedicato SW-6000 sarà possibile inserire nel display planimetrie d'impianto, mappe o schemi, inserire la simbologia relativa ai dispositivi installati ed avere quindi, una visualizzazione sinottica globale (edifici vari nella planimetria generale) o specifica dell'impianto.

RIVELATORI ANALOGICO IDENTIFICATI

RIVELATORE OTTICO DI FUMO ANALOGICO IDENTIFICATO

Il rivelatore di fumo ottico analogico identificato sarà gestito da microprocessore dovrà essere costruito in conformità alle Norme EN 54.7 e dovrà reagire a tutti i fumi visibili al fine di essere particolarmente adatto alla rilevazione dei fumi prodotti da fuochi covanti e fuochi a lento sviluppo che si manifestano normalmente nella fase precedente l'incendio con sviluppo di fiamma, poiché di norma in questa fase il fumo prodotto dal focolaio è chiaro ed estremamente riflettente.

Il rivelatore ottico di fumo dovrà intervenire tempestivamente a segnalare il principio d'incendio prima che siano prodotti danni ingenti.

Il rivelatore dovrà avere un'estetica compatta e moderna, al fine di integrarsi facilmente in qualunque tipo di locale.

Il rivelatore potrà essere installato, ad incasso e nella configurazione antiumido per mezzo di opportuni accessori.

Il rivelatore potrà essere soggetto a manutenzione tramite attrezzo di prova ed estrazione con asta telescopica.

Il rivelatore di fumo ottico analogico identificato gestito da microprocessore (Advanced Protocol) dovrà operare una discriminazione tra fuochi reali ed allarmi intempestivi che possono essere causati da correnti d'aria, polvere, insetti, repentine variazioni di temperatura, corrosione, ecc.

Il rivelatore dovrà essere dotato di due commutatori rotativi decimali che consentiranno la programmazione dell'indirizzo da 01 a 99, con protocollo di comunicazione proprietario, e di un'uscita per LED di ripetizione opzionale.

Il rivelatore ottico di fumo a basso profilo trasmetterà per mezzo del bus dati alla centrale un segnale di corrente analogico direttamente proporzionale alla densità di fumo presente.

Tutti i circuiti non avranno componenti soggetti ad usura e saranno protetti contro le sovracorrenti e le interferenze elettromagnetiche.

La risposta del rivelatore (attivazione) sarà chiaramente visibile dall'esterno grazie alla luce rossa lampeggiante emessa da due diodi leds che coprono un angolo di campo visivo di 360 gradi, questa luce diventerà fissa in caso di allarme.

Il rivelatore avrà un circuito di uscita analogica in grado di controllare la trasmissione di segnali all'interno di un loop a due soli conduttori costantemente sorvegliati di 198 punti, che avverrà attraverso una comunicazione continua (interrogazione/risposta) tra sensori e centrale.

Grazie a questo sistema di comunicazione, il rivelatore trasmetterà alla centrale un valore analogico corrispondente alla propria sensibilità, che verrà confrontato con i dati presenti nel software del sistema per determinare quando necessita un intervento di manutenzione.

PULSANTE MANUALE INDIRIZZATO A ROTTURA VETRO

Il pulsante di allarme manuale a rottura vetro con due isolatori dovrà essere costruito in conformità alle Norme EN 54.11, dotato di Led di segnalazione di avvenuto azionamento adatto al montaggio a giorno e di due isolatori di linea.

Il pulsante dovrà essere fornito completo di circuito di identificazione il quale assegnerà l'indirizzo dell'elemento per mezzo di due commutatori rotativi decimali che ne consentiranno la programmazione dell'indirizzo da 01 a 99 con protocollo di comunicazione proprietario.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Tensione di funzionamento: 15÷32Vcc;

Assorbimento a riposo in assenza di comunicazione a 24Vcc: 390µA;

Assorbimento con risposta ogni 5 sec e LED abilitati a 24Vcc: 560µA;

Assorbimento con risposta ogni 5 sec ed isolatore disabilitato a 24Vcc: 590µA;

Assorbimento in allarme a 24Vcc: 590µA;

Tempo d'intervento per isolatore dopo il corto-circuito: 300µsec;

Tempo di ripristino con corto-circuito eliminato: 150µsec;

Grado di protezione: IP44;

Temperatura operativa: -0°÷ +50°C;

Umidità relativa: 10% - 93% (in assenza di condensa);

Peso: gr 146 (con il supporto: gr 213);

Numero massimo di pulsanti per ogni linea: 99;

Colore: rosso

INSTALLAZIONE

Il pulsante di allarme manuale a rottura di vetro identificato dovrà essere installato in prossimità di tutte le vie di esodo del sito: il massimo percorso per raggiungere tale dispositivo non dovrà superare i 40 m e dovrà essere posizionato ad un'altezza compresa tra 1m e 1,4m. Dovranno essere installati almeno N°2 pulsanti per zona (compartimento), in conformità alla Norma UNI 9795 terza edizione Aprile 2005 punto 6 ed il D.M. 10-03-1998: Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro. Allegato IV.

RIPETITORE OTTICO

Il ripetitore ottico sarà tale da poter essere collegato ai rivelatori analogici di allarme e verrà posizionato in modo visibile per ripetere la segnalazione di allarme di quei sensori che non risultano visibili, al fine di garantire la rapida localizzazione del rivelatore in allarme.

Il ripetitore ottico, sarà posizionato a parete o a soffitto nelle immediate vicinanze del rivelatore nascosto, pertanto tutti i rivelatori installati nei controsoffitti, nei pavimenti galleggianti, nei cavedii, nelle camere di analisi, ecc., ne saranno dotati in conformità a quanto prescritto dalla Norma UNI 9795.

CARATTERISTICHE GENERALI

- design piacevole e moderno;

- luminosità costante;

- ampio angolo di visuale;

- protetto contro le inversioni di polarità.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione di funzionamento: 5 Vcc; Assorbimento: 12 mA @ 5 Vcc; Dimensioni: 70x35x23 mm.

DISPOSITIVO OTTICO ACUSTICO DI ALLARME - PANNELLO

Il pannello ottico acustico di allarme dovrà essere costituito da cassonetto luminoso interamente costruito con materiali non combustibili (ABS V0) o non propaganti la fiamma con schermi e diciture in PMMA (Polimetilmetacrilato) ad infiammabilità lenta.

Le diciture, su sfondo rosso, saranno messe in risalto ad avvenuta attivazione del pannello ottico acustico di allarme che dovrà essere dotato inoltre, di cicalino di potenza e dispositivo di illuminazione a diodi leds / flash allo xeno.

Il pannello ottico acustico dovrà essere comandato, in modalità linea controllata, per mezzo di modulo d'uscita gestito da microprocessore adatto al collegamento su linea ad indirizzo bifilare, dotato di circuito d'identificazione il quale assegnerà l'indirizzo dell'elemento per mezzo di due commutatori rotativi decimali che ne consentiranno la programmazione dell'indirizzo da 01 a 99, con protocollo di comunicazione proprietario, al fine di integrarlo nel sistema.

SPECIFICHE TECNICHE

- Corredato di avvisatore acustico piezoelettrico;

- Alimentazione: 12/24 Vcc;

- Assorbimento: 80 mA a 12 Vcc. - 95 mA a 24 Vcc;

- Potenza sonora (versione standard): 93 dB(A) a 1 metro.

- Potenza sonora (versione stagna): 90 dB(A) a 1 metro.

- Frequenza di lampeggio: 1Hz standard regolabile a mezzo trimmer.

INSTALLAZIONE

Il pannello ottico acustico d'allarme dovrà essere posizionato in modo da essere udibile da tutti i punti del locale ed in modo da essere facilmente visibile.

CAVI DI ALIMENTAZIONE E DI COLLEGAMENTO

La rete di collegamento dovrà essere posata in cavidotto di vario tipo e distinto per tipologia d'impianti. Il percorso della rete dovrà svilupparsi preferibilmente per intero all'interno della proprietà e prevalentemente in zona protetta e dovrà essere realizzata con cavi di adeguata sezione, numero di conduttori e formazione, costruiti secondo Norme CEI EN 50200 (resistenza al fuoco per 30 min).

La linea bus dovrà essere realizzata ad anello chiuso con cavo TWISTATO passo stretto e SCHERMATO a 2 conduttori grado 4, la lunghezza totale della linea non dovrà superare i 3.000 mt. la cui resistenza totale dovrà essere inferiore ai 40 Ω.

La sezione dei conduttori non potrà essere inferiore a 0,50 mm². Così come previsto dalla Norma.

SEZIONI MINIME TEORICHE DELLA LINEA "BUS"

fino a 500m □ cavo 2 x 0,5 mm²

fino a 1000m □ cavo 2 x 1 mm²

fino a 1500m □ cavo 2 x 1,5 mm²

fino a 2000m □ cavo 2 x 2 mm²

fino a 2500m □ cavo 2 x 2,5 mm²

fino a 3000m □ cavo 2 x 3 mm²

La sezione minima dei cavi di alimentazione per la parte dei sistemi in categoria 0 deve essere calcolata in modo che la tensione risultante non sia inferiore ai requisiti minimi di funzionamento delle apparecchiature alimentate, nella condizione di minimo valore di tensione del gruppo di alimentazione.

$$S = r2L / (V_{mga} - V_{mu}) / I_u$$

dove:

S = sezione del conduttore espressa in mmq.

r □ = resistenza specifica del conduttore.

L = lunghezza della linea espressa in m.

V_{mga} = tensione minima gruppo di alimentazione.

V_{mu} = tensione minima di alimentazione utilizzatore.

I_u = corrente assorbita dall'utilizzatore espressa in A.

In linea generale saranno utilizzati cavi speciali conformi CEI 20-22, e la sezione dei conduttori non potrà essere inferiore a 0,50 mm².

Gennaio 2010 punto 7).

Art. 48. Impianto di estinzione incendio

L'impianto è costituito da una rete ad idranti DN 45, dotati di manometro, valvola di intercettazione, tubazione flessibile lunga 25 metri e lancia di erogazione, dislocati in modo da raggiungere ogni parte dell'edificio con il getto dell'acqua e gruppo di aumento pressione a norma UNI 12845 (1 elettropompa ad asse orizzontale + pompa di compensazione) per portata 21,6 mc/h (360 l/min) e prevalenza 44,00 m.c.a., potenza motore 11 kW.

L'impianto, la cui verifica idraulica è riportata di seguito, è in grado di garantire i valori di pressione e portata per i tempi di erogazione previsti (60 min).

A tal fine sono state assunte le specifiche indicate nel D.M. 26.8.1992, e precisamente:

- portata di 120 l/min ciascuno per i due idranti in posizione idraulicamente più sfavorevole contemporaneamente in funzione, con una autonomia di 60 minuti;

- pressione al bocchello nelle condizioni di portata di progetto non inferiore a 1,5 bar ;

- rete idrica avente caratteristiche tali da assicurare la portata di 240 l/m (14,4 m³/h);

- riserva idrica di capacità utile superiore a 15 m³.

La pompa sarà del tipo ad avviamento automatico e fermata manuale.

Il gruppo di pompaggio alimenta esclusivamente la rete ad idranti e preleva l'acqua da una riserva di capacità tale da alimentare l'impianto idrico antincendio con una autonomia di 60 minuti.

48.1 Componenti dell'impianto

I componenti dell'impianto saranno costruiti, collaudati ed installati in conformità alla specifica normativa vigente.

La pressione nominale dei componenti del sistema è superiore alla pressione massima che il sistema può raggiungere in ogni circostanza e comunque non minore a 1,2 MPa.

La manutenzione dovrà garantire il funzionamento ottimale e la conservazione di tutti i componenti e delle apparecchiature, con particolare riferimento alle normative vigenti in materia. Si rimanda a titolo semplificativo e non limitativo le operazioni da eseguire. Il servizio prevede, il controllo semestrale delle apparecchiature antincendio negli edifici oggetto del presente appalto, con l'avvertenza che la consistenza e la tipologia di tali impianti potrà essere integrata per effetto dell'adeguamento delle strutture alle normative vigenti nell'ambito della durata contrattuale.

IDRANTE INTERNO UNI 45 - DESCRIZIONE TECNICA:

Le cassette antincendio da interno devono essere del tipo UNI 45 cadauna contenente le apparecchiature descritte di seguito.

Le cassette a seconda delle esigenze di installazione potranno essere del tipo ad incasso o del tipo ad esterno per applicazione a parete e devono essere realizzate in acciaio zincato verniciato.

Esse devono comprendere essenzialmente i seguenti elementi:

- cassetta di contenimento tipo da incasso in lamiera verniciata con telaio in alluminio anodizzato completo di controtelaio, serratura universale e sportello in plexiglass, tipo safe crash, dimensioni: ad incasso 36 x 58 x 18 cm; da esterno 43 x 63 x 23 cm;

- rubinetto idrante in bronzo con attacco a manicotto filettato UNI 45 mm (1" ½);

- lancia multieffetto UNI 45 (1" ½) conforme UNI-EN 671/1-2 a tre posizioni (chiusura totale, getto teso, getto polverizzato), bocchello regolabile per ottenere uno schermo d'acqua di protezione dal calore

TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO UNI 8863 E UNI EN 10216-1 - DESCRIZIONE TECNICA:

Tubazioni

Tubazioni in acciaio non legato Fe 330 trafilato senza saldatura per impianti idrotermosanitari dimensioni secondo UNI 8863 serie media per diametri Zincatura a caldo secondo UNI EN 10240 A1

Raccorderia

In ghisa malleabile filettata zincata secondo UNI 5192.86

Giunzioni

Le tubazioni in acciaio zincato non dovranno essere sottoposte per nessun motivo a saldatura sia autogena che elettrica.

La tabella non è applicabile nei casi in cui valvole, flange, filtri od altre apparecchiature creino carichi concentrati fra due punti di staffaggio.

Supporti aggiuntivi dovranno essere previsti in prossimità di valvole, cambiamenti di direzione od altri apparecchi che possono dar luogo a flessioni.

Nell'installazione di compensatori di dilatazione i supporti saranno realizzati secondo le raccomandazioni del costruttore interponendo ove necessario le guide di scorrimento per consentire il corretto funzionamento dei compensatori stessi.

Il sovraccarico permesso dalle strutture dell'edificio potrà porre dei limiti alla posizione degli staffaggi, in contrasto con la tabella di cui sopra.

In questo caso prevarranno i limiti dovuti alla struttura dell'edificio fatto salvo che non dovrà essere superata la distanza massima assegnata dalla tabella.

L'Appaltatore dovrà presentare alla D.L. campionatura di tutte le tipologie di staffaggio per approvazione prima della costruzione e sarà tenuto ad effettuare, senza richiedere extracompensi, eventuali modifiche che la D.L. riterrà di far apportare, in accordo con l'Appaltatore.

Le tubazioni da isolare dovranno essere supportate con distanziatori (selle di supporto) che permettano la posa del materiale isolante. I distanziatori dovranno garantire l'annullamento del ponte termico nel caso di tubazioni convoglianti acqua refrigerata e potabile fredda. Gli staffaggi ed i supporti saranno realizzati e posti in opera in modo da non comprimere o danneggiare l'isolamento onde evitare la formazione di condensa e lo stillicidio mediante gusci metallici anche prefabbricati (tipo Armstrong) con interposto materiale isolante rigido dello stesso spessore del rivestimento isolante.

Le staffe saranno ancorate alle strutture in calcestruzzo od in muratura dell'edificio a cura dell'Appaltatore.

Per il fissaggio su pareti e strutture in calcestruzzo, ove non siano già state predisposte allo scopo strutture metalliche dalle opere civili, dovranno essere utilizzati esclusivamente tasselli ad espansione e su quelle in muratura a zanche murate.

Tutti i sistemi di ancoraggio dovranno essere approvati dalla D.L. prima dell'inizio dei lavori mediante campionatura.

Non sarà comunque permesso l'uso di chiodi sparati.

Sarà permesso staffarsi alle strutture in calcestruzzo precompresso solo se predisposte allo scopo.

I punti fissi dovranno essere realizzati con collare di fissaggio sulla tubazione e tiranti fissabili con bulloni a staffe saldamente murate; in alternativa i punti fissi dovranno essere realizzati con profilati in ferro saldati ai tubi e rigidamente collegati ad una struttura fissa dell'edificio.

Il prezzo degli staffaggi si intende compensato nel prezzo al kg od al metro di tubazione.

NB: Si ricorda che per lo specifico impianto antincendio idranti gli staffaggi dovranno essere realizzati come specificato nelle norme UNI 12845 e 10779.

Le estremità dei tubi dopo il taglio e la filettatura dovranno essere prive di bave. I lubrificanti per il taglio ed i prodotti per la tenuta dovranno essere privi di:

- oli minerali o grafite;
- additivi solubili o no, contenenti prodotti a base di cloro, fosforo e zolfo,

Saranno, salvo diverse indicazioni sui disegni di progetto, di norma ammesse le seguenti tipologie di giunzione:

- mediante giunti a tre pezzi, tee, curve, gomiti, manicotti, ecc. per diametri sino a 4" (escluso il collegamento di valvole, serbatoi, ecc. per diametri superiori a 2");
- mediante flange per diametri \geq DN 65 per il collegamento di valvole, serbatoi, ecc.

Tutte le flange saranno in acciaio UNI 673 Aq 42, forgiate a stampo, tornite esternamente, internamente e sulla superficie di contatto, zincate dopo lavorazione, del tipo a collarino filettate gas UNI 2254 PN 10/16 con risalto UNI 2229/67 e rigatura di tenuta.

Sarà altresì ammessa la giunzione con serraggi tipo "VICTAULIC" se e solo se la lavorazione per la formazione della gola esterna di tenuta sul tubo venga eseguita senza intaccare in alcun modo la zincatura interna del tubo stesso.

Guarnizioni

Le guarnizioni saranno in gomma

Bulloneria

I bulloni saranno zincati e completi di vite del tipo a testa esagonale e di dado esagonale secondo UNI 5727-65.

Le tubazioni dovranno essere installate in condizioni di massima sicurezza ed accuratezza con tutti i necessari accorgimenti per permettere la libera dilatazione delle linee.

Le tubazioni dovranno essere installate nella posizione ed alle quote indicate sui disegni di progetto.

Rientra negli oneri dell'Appaltatore produrre i disegni costruttivi relativi alle posizioni ed ai percorsi anche a seguito dei rilievi effettuati in cantiere per la verifica degli spazi effettivamente disponibili (cavedi, passaggi a soffitto in aree tecniche, passaggi in controsoffitto, ecc.) a propria cura sotto la sua completa responsabilità, verificando in particolare le interferenze con gli altri impianti.

I disegni dovranno essere sottoposti alla D.L. che li confronterà con quelli di progetto e dovrà darne approvazione.

L'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese alle eventuali operazioni di correzione e o di eventuali sostituzioni in accordo con la D.L.

L'Appaltatore non potrà richiedere compensi qualora per esigenze realizzative i percorsi delle tubazioni dovessero subire modifiche, rispetto ai disegni di progetto allegati al presente Capitolato Speciale d'Appalto.

I manometri e le targhette dovranno essere installati in modo da consentire una agevole lettura dal piano di calpestio o da eventuali piattaforme o passerelle di servizio.

Le strumentazioni (manometri, pressostati, misuratori di portata ecc.) dovranno potersi agevolmente smontare e senza dover scaricare l'impianto.

Per quanto possibile dovranno essere usate verghe di tubo nella loro completa lunghezza per ridurre il numero delle giunzioni e saldature.

Le valvole, le strumentazioni e le altre apparecchiature necessarie per il normale esercizio degli impianti dovranno essere installate in posizioni accessibili. In caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere a realizzare passerelle di accesso regolamentari senza che ciò gli dia adito a richiedere ulteriori compensi.

Tutte le tubazioni immagazzinate in cantiere prima della posa dovranno essere protette alle estremità da idonei tappi che impediscano l'introduzione di corpi estranei.

Posa delle tubazioni

Le tubazioni saranno posate con interassi idonei a consentire lo smontaggio ed a permettere la corretta esecuzione del rivestimento isolante.

Le tubazioni dovranno essere installate con la necessaria pendenza per garantire il completo svuotamento degli impianti e per favorire lo sfogo dell'aria contenuta nell'impianto attraverso i punti alti.

Le dilatazioni dei tratti rettilinei saranno compensate con i bracci relativi ai cambiamenti di direzione delle tubazioni sempre che non si vengano a creare spinte eccessive non compatibili con le strutture esistenti e le apparecchiature collegate.

Saranno previsti gli opportuni punti fissi e guide.

Nel caso di tubazioni incassate (a parete od a pavimento) saranno rivestite con guaine isolanti aventi la duplice funzione di consentire l'eventuale dilatazione e di proteggere le superfici contro aggressioni di natura chimica.

Prove di tenuta a freddo

Le prove di tenuta dovranno essere condotte su tutte le linee di tubazioni prima di effettuare i collegamenti finali alle apparecchiature dell'impianto, applicare l'isolamento o di interrimento.

Le tubazioni dovranno essere sottoposte a prova di tenuta idraulica

Le prove vanno effettuate sull'intera rete di distribuzione mantenendo le tubazioni per non meno di ventiquattro ore consecutive ad una pressione di 1,5 volte la pressione massima di esercizio con un minimo di 16 bar.

Le prove dovranno essere eseguite in contraddittorio con la D.L.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti i materiali e tutte le apparecchiature e tutte le opere provvisorie necessari per l'esecuzione del collaudo e principalmente:

- allacciamento alla rete mediante tubazioni provvisorie comprensive di valvole di intercettazione e di accessori, per i riempimenti delle tubazioni da collaudare;
- manometri indicatori per il controllo della pressione;
- attrezzatura e pompa per la messa in pressione idraulica;
- smontaggio tubazioni provvisorie per il riempimento e lo svuotamento dell'acqua dopo il collaudo;
- assistenza per controllo linea durante la messa in servizio.

La prova idraulica dovrà essere documentata dall'Appaltatore mediante la compilazione di un certificato di prova riportante tutti i dati relativi alla prova stessa (circuiti provati, pressione di prova, fluido utilizzato per la prova, ecc.).

Le prove di tenuta dovranno essere eseguite per tratti di tubazioni in modo da non intralciare il proseguimento dei lavori.

Gli strumenti, le valvole, le apparecchiature e quanto altro potrebbe essere soggetto a danneggiamento dovrà essere isolato dalle tubazioni mediante l'interposizione di dischi o flange cieche.

Con il sistema pressato e le valvole chiuse la pressione dovrà essere mantenuta per il periodo richiesto senza apprezzabili diminuzioni,

Le perdite ed i difetti riscontrati in sede di ispezione e prove di tenuta dovranno essere ripartiti immediatamente a cura e spese dell'Appaltatore e le prove ripetute fino ad esito favorevole.

STAFFAGGI E SUPPORTI - DESCRIZIONE TECNICA:

Tutti gli staffaggi, i sostegni e gli ancoraggi dovranno essere eseguiti in profilati di acciaio al carbonio FE37 zincati a bagno caldo.

Dovranno essere realizzati in modo da eseguire facilmente e rapidamente strutture di sostegno quali traverse, mensole e strutture autoportanti sul posto di installazione fissati saldamente alle strutture senza arrecare danno a queste ultime. E' in particolare vietato il fissaggio tramite saldatura degli staffaggi e dei sostegni alle strutture metalliche dell'edificio.

I collegamenti e gli ancoraggi vanno eseguiti tramite organi meccanici zincati quali dadi e bulloni, barre filettate, ecc,

Gli staffaggi ed i sostegni delle tubazioni potranno essere di due tipologie:

a - di tipo prefabbricato in serie;

b - costruiti in cantiere e/o in officina con normali profili in acciaio e successivamente zincati a bagno caldo.

Gli staffaggi di cui al punto "a" sono da preferire.

Gli staffaggi di cui al punto "b" saranno ammessi in tutti i casi in cui gli staffaggi prefabbricati non garantiscono la tenuta dei pesi delle tubazioni.

Il sostegno delle tubazioni, che non necessitano di essere "guidate", dovrà dinorma avvenire salvo diversa prescrizione, mediante collari pensili con giunto sferico ove necessiti evitare la deformazione della barra filettata in conseguenza della dilatazione lineare dovuta alla escursione termica (tubazioni acqua calda), senza giunto sferico per le altre tubazioni.

Tubazioni non guidate

I collari in acciaio zincato dovranno essere corredati di barre filettate e bulloni anch'esse in acciaio zincato, e di profilato in gomma per insonorizzare le tubazioni ed evitare la trasmissione di calore.

Le tubazioni convoglianti i fluidi caldi (vapore, acqua surriscaldata, acqua calda, ecc.) per le quali è indispensabile garantire la corretta compensazione delle dilatazioni termiche dovranno essere opportunamente "guidate" in modo da consentire il corretto funzionamento dei compensatori di dilatazione ed evitare spinte e deformazioni anomale.

Tubazioni guidate

Tali tubazioni dovranno essere sostenute mediante idonei supporti a rullo in lamiera di acciaio stampata e zincata, perno in acciai inox che scorre su boccole antifrizione autolubrificanti, rullo in ferro senza saldatura, guide laterali. Le tubazioni saranno appoggiate al rullo mediante sella di supporto in acciaio zincato prestampata da saldare alla tubazione medesima.

I supporti e gli staffaggi dovranno essere dimensionati considerando il peso proprio, il peso delle tubazioni piene di acqua ed il peso dell'isolamento e le spinte statiche e dinamiche.

Dimensionamento e posa

I supporti e gli staffaggi dovranno essere spazati in modo da evitare sovraccarichi alle strutture dell'edificio e spinte anomale ai bocchelli delle apparecchiature collegate alle reti di tubazioni. L'Appaltatore dovrà fornire alla D.L., per verifica ed approvazione, tutti i dati relativi ai carichi statici e le spinte direzionali gravanti sulle strutture dell'edificio per le staffe principali.

La spaziatura dovrà essere tale da evitare inflessioni apprezzabili alle tubazioni supportate.

Verifiche e controlli – Rete idranti

Le tubazioni dovranno essere opportunamente controllati, in particolare riguardo a:

i collari di sostegno delle tubazioni;

il posizionamento di tipo visibile, immediatamente utilizzabile e con accesso libero da ostacoli e segnalato da apposito cartello;

tutti i componenti dell'idrante (lancia, manichetta, ecc.), verificando che la lancia sia in posizione e la manichetta collegata alla valvola (solo se in presenza di lancia con frazionatore);

stato della data di scadenza per il ricollauda della manichetta;

prova delle manichette a 12 bar ove venga rilevato che la data di scadenza risultasse maggiore di 5 anni da l'ultimo collaudo effettuato, con il rilascio del certificato di collaudo;

prova delle manichette, da effettuare una volta all'anno, con la massima pressione in esercizio dell'impianto;

controllo della pressione statica effettuata nei punti idraulicamente più sfavorevoli e controllo che la valvola d'intercettazione non presenti perdite;

presenza del cartello "Attacco VV.F." e verifica del funzionamento delle valvole attacco VV.F ed eventuale lubrificazione;

punzonatura dell'apposito cartellino comprovante l'avvenuta manutenzione;

integrità dell'arrotolatore e del corretto srotolamento;

prova della pressione statica e annotazione su apposito registro del valore misurato, da effettuarsi entro il I semestre;

La manutenzione degli attacchi autopompa deve prevedere, con cadenza semestrale, almeno la verifica della manovrabilità delle valvole, con completa chiusura ed apertura delle stesse ed accertamento della tenuta della valvola di ritegno. Al termine delle operazioni assicurarsi che la valvola principale di intercettazione sia in posizione aperta.

Verifiche e controlli – Estintori

La manutenzione dovrà garantire il funzionamento ottimale e la conservazione di tutti i componenti e delle apparecchiature, con particolare riferimento alle normative vigenti in materia. Il servizio prevede, il controllo semestrale delle apparecchiature antincendio negli edifici oggetto del presente appalto, con l'avvertenza che la consistenza e la tipologia di tali impianti potrà essere integrata per effetto dell'adeguamento delle strutture alle normative vigenti nell'ambito della durata contrattuale.

In particolare prevede il:

- Controllo degli estintori al fine di verificare visivamente la collocazione del sito;

- Controllo del libero accesso agli estintori;

- Controllo della non manomissione dell'apparecchio o sue parti (per esempio il dispositivo di sicurezza);

- Controllo di assenza di anomalie che possano far presumere la non efficienza dell'apparecchio quali tracce di corrosione, incrinature dei tubi flessibili e simili;

- Controllo della corretta indicazione dell'eventuale indicatore di pressione;

- Controllo della presenza e leggibilità dei contrassegni distintivi e verifica del supporto degli estintori portatili ed eventuale fissaggio dello stesso;

- Verifica dell'estintore secondo la normativa UNI 9994 punto 5.1 e mediante vibrazione accertamento (per estintori a polvere) della scorrevolezza della polvere e della funzionalità del manometro. In caso di mancanza o rottura sarà a carico della Ditta la sostituzione delle etichette originali adesive sull'estintore;

- Pesatura con bilancia portatile di precisione (in occasione della 1a revisione semestrale) di tutti gli estintori portatili sia a polvere che a CO₂, onde determinare eventuali perdite di contenuto, registrandone il peso. - Pulizia completa dell'estintore con panno e prodotto detergente non a base alcolica;
- Verifica dello stato di conservazione della vernice in caso di ruggine, ripristino con antiossidante durante la 1a revisione semestrale programmata e vernice rossa a finire;
- Ricarica e/o la sostituzione della ricarica;
- Verifica della conformità al prototipo omologato delle iscrizioni e dell'idoneità degli eventuali ricambi;

E' fatto obbligo della Ditta appaltatrice verificare che il cartellino sia presente sull'estintore. La Ditta dovrà provvedere ad applicare su ogni estintore e su entrambi i lati dei cartelli bifacciali di sicurezza, un'etichetta plastica adesiva (dimensioni e colore da definire), riportante un codice alfa-numerico progressivo fornito dall'Amministrazione che permetta l'individuazione di ogni singola apparecchiatura. Al momento del ritiro dell'estintore scarico di proprietà di questa Amministrazione, la Ditta aggiudicataria dovrà sostituire con propri estintori di uguale classe di spegnimento, la mancanza, fino al ritorno dell'estintore di proprietà dell'Amministrazione.

La sostituzione con estintore di proprietà della Ditta aggiudicataria non comporterà nessun tipo di onere e magistero all'Amministrazione appaltante e sarà esente da ogni rischio derivante dall'estintore fornito in sostituzione della Ditta anche in caso di furto. In nessun caso il presidio antincendio deve rimanere senza protezione.

Sono a totale carico della ditta tutti gli smaltimenti degli estintori che risulteranno non essere più in regola alle attuali normative che regolano il settore. Rimane a totale carico della Ditta la movimentazione di tutti i dispositivi antincendio.

Verifiche e controlli – Locale antincendio

Stazione di pompaggio

Controlli visivi delle tubazioni fuori terra;
 Pulizia del locale;
 Controllo di eventuali pezzi di ricambio lasciati all'interno anche da altre ditte;
 Controllo delle tenute meccaniche delle pompe dell'impianto;
 Verifica dello stato delle valvole di controllo;
 Controllo di tenuta delle valvole di non ritorno;
 Verifica del funzionamento dei segnalatori di allarme;
 Controllo delle pressioni alla stazione di controllo (o al manometro di prova della stazione pompe);
 Controllo dei quadri elettrici delle pompe scambi automatici;
 Controllo della posizione di apertura delle valvole d'intercettazione e relativo bloccaggio;
 Controllo giunti o organi di trasmissione (pulegge, cinghie, ecc.), se presenti;
 Controllo protezione delle parti in tensione elettrica;
 Controllo della messa a terra;
 Verifica che la girante ruoti liberamente (anche dopo operazioni su tenute);
 Verifica del senso di rotazione sia corretto;
 Controllo e lubrificazione dei cuscinetti;
 Verifica della assenza di assorbimenti anomali di tensione;

Riserva idrica antincendio

La manutenzione dovrà garantire il funzionamento ottimale e la conservazione di tutti i componenti e delle apparecchiature, con particolare riferimento alle normative vigenti in materia. Si rimanda a titolo semplificativo e non limitativo le operazioni da eseguire.

Il servizio prevede, il controllo semestrale delle apparecchiature antincendio negli edifici oggetto del presente appalto, con l'avvertenza che la consistenza e la tipologia di tali impianti potrà essere integrata per effetto dell'adeguamento delle strutture alle normative vigenti nell'ambito della durata contrattuale.

In particolare, si fa riferimento alle operazioni di :

- Controllo del reintegro dell'acqua dell'acquedotto;
- Controllo livello acqua nella vasca;
- Controllo del galleggiante a palla;
- Controllo delle saracinesche di chiusura acqua di alimentazione della vasca;
- Controllo del troppo pieno della vasca;
- Sostituzione del galleggiante a palla e dell'asta di sostegno;
- Compilazione del registro di controllo.

NORME DI RIFERIMENTO

D.M. 20.12.2012 Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.

Norma UNI 12845 Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione.

Norma UNI 10779 Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio Circolare del Ministero dell'Interno n. 24 M.I.S.A. del 26/1/1993. Impianti di protezione attiva antincendio.

D.M. 30/11/1983 Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.

Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

UNI 804 Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi per tubazioni flessibili.

UNI 810 Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a vite.

UNI 811 Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a madrevite.

UNI 814 Apparecchiature per estinzione incendi - Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili.

UNI 7421 Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili.

UNI 7422 Apparecchiature per estinzione incendi - Requisiti delle legature per tubazioni flessibili.

UNI 9487 Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 45 e 70 per pressioni di esercizio fino a 1.2 MPa.

UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio – Sistemi dotati di rivelatori puntiformi di fumo e calore, rivelatori ottici lineari di fumo e punti di segnalazione manuali.

UNI EN 671-3 Sistemi fissi per estinzione incendi – Sistemi equipaggiati con tubazioni – Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili.

Art. 49. Porte uscita di emergenza

Il servizio prevede, il controllo semestrale delle apparecchiature antincendio negli edifici oggetto del presente appalto, con l'avvertenza che la consistenza e la tipologia di tali impianti potrà essere integrata per effetto dell'adeguamento delle strutture alle normative vigenti nell'ambito della durata contrattuale.

- Apporre cartellino di manutenzione di avvenuto controllo;
- Verificare che l'uscita sia sgombra da ostacoli;
- Verificare che l'uscita non sia bloccata (cunei, o materiali vari);
- Verifica del supporto murario perimetrale;
- Pulizia delle cerniere o cardini e degli scroccchi;
- Lubrificazione delle cerniere o cardini e degli scroccchi;
- Verifica di funzionamento dei dispositivi di chiusura automatica (cerniere con molla o chiudiporta idraulici), regolazione velocità;
- Verifica della presenza di segnaletica;
- Controllo e registrazione asta per chiusura anta semifissa;
- Controllo e registrazione dei battenti;
- Controllo dei maniglioni antipánico lubrificazione meccanismi e funzionalità;
- Controllo dei maniglie e lubrificazione meccanismi e funzionalità;
- Verificare lubrificazione cerniere;
- Controllo e registrazione battenti;
- Controllo del maniglione antipánico;
- Controllo dei montanti del maniglione antipánico;
- Riparazione di cerniere delle porte di uscita di emergenza;
- Sostituzione delle guarnizioni di uscita di emergenza, dove quelle esistenti presentino delle anomalie visibili;
- Compilazione del registro di controllo.

NORME DI RIFERIMENTO

Allegato III del DM 10/03/1998 "MISURE RELATIVE ALLE VIE DI USCITA IN CASO DI INCENDIO".

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. (Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n.108).

Art. 50. Luci di emergenza

50.1 Componenti dell'impianto

La tipologia dei componenti, il numero e la posizione sono stati indicati sulle planimetrie di progetto che fanno parte integrate del presente capitolato. I corpi illuminanti di sicurezza sono installati a parete, mono e /o bi facciale in versione S.E., fissi lungo i corridoi, locali dedicati, lungo le vie di esodo e nei punti in cui sono presenti mezzi per l'estinzione dell'incendio, aventi le seguenti caratteristiche:

- Sorgente luminosa moduli LED integrati non sostituibili;
- Temperatura colore 4000K o maggiore;
- Vita minima dichiarata 50000h /L80B20;
- Potenza: 18 W;
- Alimentazione: 230 Vac \pm 10% 50 Hz Conforme alle norme EN 60598-1 EN 60598-2-2, EN 60598-2-22, UNI 1838, UNI 11222, DIN 4844-1;
- Grado di protezione IP 42 versione mono facciale;
- Corpo in alluminio estruso e staffa in policarbonato ad innesto rapido;
- Flusso luminoso 260 Lm;
- Autonomia: minimo 1 ora;
- Pittogramma per l'indicazione delle vie di esodo;
- Batteria LTO (Litio Titanato) Ermetica Ricaricabile, idoneo per funzionamenti in ampi range di temperatura (-20°C / 75°C).

ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

Si intendono a carico dell'Appaltatore gli oneri aggiuntivi derivanti dalle opere di assistenza muraria. L'installatore dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie per le opere di assistenza muraria occorrenti per realizzare gli impianti in oggetto secondo modalità perfettamente rispondenti ai requisiti di esecuzione a regola d'arte, e ciò qualunque sia lo stato di avanzamento di costruzione e il grado di finitura dell'edificio all'atto dell'installazione dell'impianto o delle singole parti di esso.

Per opere di assistenza muraria si intendono:

- l'esecuzione di tutte le forature e le tracce necessarie per la posa delle condutture di qualsiasi tipo, forma e dimensione, da eseguirsi, in conformità a quanto indicato nei piani di installazione, sulle partizioni interne verticali od orizzontali e/o sui tamponamenti esterni e successivi ripristini e riprese;
- l'esecuzione di eventuali basamenti e sostegni delle apparecchiature;
- il fissaggio di staffe e sostegni per le condutture, la centrale e le apparecchiature. Prove e verifiche A discrezione della D.L. potranno essere richieste in corso d'opera tutte le verifiche tecniche e pratiche ritenute opportune per monitorare lo svolgimento dei lavori e per assicurare la consegna delle opere finite nei tempi e nei modi previsti.

Prima del collaudo finale e della successiva messa in funzione dell'impianto la ditta appaltatrice dovrà obbligatoriamente effettuare a propria cura e spese le seguenti prove e verifiche:

- Verifiche di conformità alle prescrizioni di sicurezza (riferimento CEI 64-8, parte 6) quali: - verifica a vista dell'integrità delle apparecchiature con particolare attenzione agli involucri destinati ad evitare i contatti diretti o le manomissioni; - misura della resistenza di isolamento dell'impianto ausiliario conformemente a quanto indicato nell'articolo 612.3 della Norma CEI 64-8/6;
- Verifica dei componenti e degli impianti (rif. riferimento a Norma UNI 1838) quali: - accertamento della rispondenza del sistema al progetto esecutivo; - controllo che la posa in opera sia stata eseguita in conformità alle norme vigenti; - esecuzione di prove di funzionamento, - controllo a vista delle interconnessioni degli impianti, del loro cablaggio, delle tubazioni e cassette di derivazione; - verifica mediante calcolo teorico della autonomia dell'impianto. Si devono inoltre effettuare, in ogni caso, tutte le eventuali prove specificamente richieste dalla normativa vigente per gli ambienti particolari presenti nella struttura in oggetto.

La ditta appaltatrice dovrà compilare un verbale di collaudo comprovante l'effettuazione delle suddette verifiche e i risultati ottenuti. Tale documentazione potrà essere richiesta in visione da parte della Direzione Lavori prima dell'esecuzione del collaudo finale; la Direzione Lavori ha facoltà di richiedere l'effettuazione di altre verifiche qualora tale documentazione risulti lacunosa o non conforme a quanto previsto dalle vigenti norme. Verifica della rispondenza e dichiarazione di conformità nel corso dei lavori, in occasione dell'ultimazione delle opere previste per ogni singolo piano, la Direzione Lavori procederà, in contraddittorio con l'Assuntore dei lavori, alla verifica della rispondenza progettuale della componentistica installata; di tale verifica verrà redatto apposito verbale da consegnare al Collaudatore finale. La messa in funzione, se non impedita da accertate cause di forza maggiore, dovrà avvenire immediatamente dopo il collaudo, previo rilascio della Dichiarazione di Conformità, secondo quanto previsto dal D.M. 37/08.

Gli impianti di cui al presente capitolato saranno oggetto di garanzia completa da parte dall'Appaltatore dal giorno dell'ultimazione fino al collaudo finale e successivamente per 24 mesi dalla data di messa in servizio. Tale garanzia coprirà tutti gli eventuali difetti dei materiali utilizzati nonché i malfunzionamenti dovuti ad errata installazione dei componenti.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI 64-8/6

UNI 1838:2013

UNI 1838

Art. 51. Impianto di evacuazione fumi e calore

51.1 Impianto E.N.F.C.

La manutenzione degli evacuatori di fumo è curata da personale tecnico esperto e qualificato secondo le indicazioni fornite dalla norma di riferimento, UNI 9494-1, UNI 9494-2, UNI 9494-3, e dai produttori. I produttori sono tenuti a consegnare all'utente il manuale d'installazione, uso e manutenzione degli E.F.C. al momento della consegna degli stessi.

Le operazioni di manutenzione devono avvenire con cadenza semestrale e secondo le seguenti operazioni:

- Eseguire la manovra di apertura manuale dall'esterno dell' E.N.F.C. per verificare il perfetto funzionamento del cilindro telescopico, e tutte le parti accessorie (es. cerniere, guarnizioni, tubi di collegamento valvola-cilindro telescopico);
- Verificare che le bombole di CO₂, non abbiano perso oltre il 10% del loro peso originale indicato sulla targhetta delle stesse. Nel caso che ciò si verificasse, sostituirle con altre nuove.
- Verificare che gli elementi visibili della valvola non presentino tracce di ossidazione e che l'ago sia sempre affilato e che non presenti tracce di ossidazione. Controllare che sia presente una leggera lubrificazione. Occorre sostituire tutte quelle parti che presentano evidenti segni di deterioramento.
- Verificare che l'attuatore pirotecnico o l'attuatore elettromagnetico siano avvitati correttamente nella propria sede, sulla staffa porta ampolla in corrispondenza dell'ampolla stessa. Verificare l'integrità dell' attuatore pirotecnico (tipo usa e getta) a 24V DC.

51.2 Impianto E.F.F.C

Le operazioni di controllo devono essere eseguite rispettando tutte le norme di sicurezza ed, in particolare, le istruzioni e le raccomandazioni fornite dai fabbricanti. Il controllo avviene sull'apparecchio installato come previsto dal progetto.

Operazioni da eseguire sulla macchina ferma:

- Verificare la presenza della targhetta di identificazione;
- Verificare l'integrità e la pulizia del ventilatore e che non ci siano impedimenti alla sua rotazione;
- Verificare la presenza e l'efficienza dei dispositivi di sicurezza;
- Verificare la presenza e il corretto posizionamento delle protezioni;
- Verificare la corretta tensione delle cinghie, se presenti;

Operazioni da eseguire su macchina in movimento:

- Verificare il corretto avviamento del ventilatore (es. che le cinghie, se presenti, non slittino);
- Verificare il senso di rotazione della girante;
- Verificare la potenza assorbita. Controllo funzionale sulle condotte e sulle serrande di controllo del fumo. In particolare, è necessario controllare che la sezione di passaggio dell'aria non abbia subito alterazioni, che il sistema di staffaggio sia integro e non gravato da carichi aggiuntivi, rispetto a quanto riportato in progetto e che il comportamento delle serrande sia esattamente quello previsto dal progetto e dalla logica di funzionamento, verificando:
 - la corretta apertura e chiusura della pala, in modo automatico, con effettiva rotazione della stessa;
 - la segnalazione congruente della posizione della pala al sistema di controllo.

Le linee di collegamento elettriche e/o pneumatiche tra la centrale di comando e le parti mobili del SEFC trasmettono segnali e potenza. Verificare la rispondenza del sistema di collegamento elettrico e cablaggio al progetto esecutivo, del grado di protezione di collegamenti e cavi, della chiarezza nell'identificazione della interconnessione stabilita nel fissaggio tra morsetti e dei colori, dell'assenza di interferenze ambientali ed elettriche lungo il percorso dei cavi, la messa a terra dell'alimentazione di rete. Verificare che non ci siano perdite o interruzioni nei collegamenti delle tubazioni nel caso di linee pneumatiche e di interruzioni o corto circuiti nei collegamenti elettrici.

CONTROLLO SUL QUADRO DI COMANDO E CONTROLLO

Verificare la correttezza dei collegamenti elettrici all'apparecchiatura di alimentazione, ai dispositivi dei SEFC e agli altri sistemi antincendio, se pertinenti. Verificare che le segnalazioni a quadro siano congruenti con lo stato del sistema e dei singoli componenti. Verificare il corretto funzionamento dei componenti quali spie, display e qualsiasi altro dispositivo visivo o sonoro preposto alla comunicazione dello stato di funzionamento del quadro medesimo. Operazione da eseguire sul 100% degli apparecchi.

CONTROLLO FUNZIONALE SULL'INTERO SISTEMA

Dopo aver effettuato le verifiche e le prove sui singoli componenti, verificare la funzionalità dell'intero sistema con il corretto e coerente funzionamento di ogni suo componente rispetto ad un ciclo di attivazione definito in progetto. Nel caso di SEFFC il controllo funzionale dell'intero sistema prevede la misurazione, nelle varie configurazioni, della portata totale aspirata dal singolo comparto e della portata immessa se realizzata con un sistema forzato.

SERRANDE TAGLIAFUOCO

La verifica di corretta posa di una serranda tagliafuoco può essere sintetizzata nei seguenti punti:

- Verificare che sia stata scelta una serranda tagliafuoco marcata CE e corredata di Dichiarazione di Prestazione, certificato di costanza della prestazione ed istruzioni di installazione;
- Verificare che sia stata scelto un modello di serranda tagliafuoco provata dal costruttore su parete/solaio dello stesso tipo di quella dell'installazione in oggetto ed avente spessore e/o densità uguale o inferiore a quelli della parete/solaio dell'installazione in oggetto;
- Per le installazioni a parete, verificare che la prova di cui al punto sopra sia stata eseguita con lo stesso orientamento dell'asse pala (orizzontale o verticale) dell'installazione in oggetto. Se le istruzioni del costruttore non dicono nulla a riguardo, controllare sulla Dichiarazione di Prestazione e sul certificato di costanza della prestazione. Se nulla si trova ed i disegni riportati nelle istruzioni sono tutti con un certo orientamento dell'asse (ad esempio orizzontale) probabilmente questo è l'unico consentito. Se il costruttore ha eseguito prove con l'asse verticale ed il meccanismo in basso, i risultati si estendono anche alle installazioni con il meccanismo in alto, ma non viceversa;

- Verificare che a seguito della prova di cui al secondo punto, il costruttore abbia ottenuto una classe di resistenza al fuoco uguale o superiore rispetto a quella della parete/solaio dell'installazione in oggetto;
- Verificare che la classificazione di cui al punto precedente sia riportata in Dichiarazione di Prestazione ed in certificato di costanza della prestazione;
- Verificare che il foro nella parete/solaio per l'inserimento della serranda tagliafuoco abbia le caratteristiche, sia come dimensioni sia come finitura, indicate nelle istruzioni di installazione fornite dal costruttore per quel tipo di parete/solaio. Nel caso di installazioni in pareti di cartongesso è in genere richiesto che il foro sia previsto sin dalla costruzione della parete con la realizzazione di una cornice eseguita con la struttura metallica della parete;
- Verificare che nell'inserimento della serranda tagliafuoco sia stata rispettata la posizione dell'asse pala rispetto alle superfici della parete/solaio indicata nelle istruzioni di installazione fornite dal costruttore;
- Verificare che siano stati utilizzati correttamente gli eventuali accessori di fissaggio indicati nelle istruzioni di installazione fornite dal costruttore; -
- Verificare che siano state rispettate le distanze minime di 200 mm tra le serrande tagliafuoco nella stessa parete/solaio e di 75 mm tra la serranda tagliafuoco e le strutture laterali (solaio o parete) previste dalla norma EN 1366-2:2015, oppure che sia stata scelta un modello di serranda tagliafuoco che, grazie a prove speciali effettuate dal costruttore, non abbia per la parete/solaio dell'installazione in oggetto l'obbligo dell'una o dell'altra o di entrambe le distanze minime. Se le istruzioni del costruttore non dicono nulla a riguardo, controllare sulla Dichiarazione di Prestazione e sul certificato di costanza della prestazione. Se nulla si trova significa sicuramente che le distanze minime devono essere rispettate;
- Verificare che la sigillatura della serranda tagliafuoco sia stata eseguita con i materiali e con le metodologie indicate nelle istruzioni di installazione fornite dal costruttore per quel tipo di parete.

Art. 52. Impianto di spegnimento ad aerosol

All'impianto di rivelazione saranno connesse anche le centrali del sistema di sovrappressione dei filtri a prova di fumo.

Il sistema sarà composto da:

- un quadro di comando, conforme al D.M. 03/08/2015 e rispondente alla Norma EN 12101-6: 2005;
- un misuratore differenziale di pressione;
- un'elettroventola Brushless assiale;
- un pulsante manuale;
- dispositivi autochiusura delle finestre;
- contatti magnetici di scambio per autoprotezione in alluminio industriali, per ciascuna porta.

Il misuratore differenziale di pressione sarà posto all'interno del FILTRO FUMI in una parete che permetta la misura della pressione atmosferica di una zona SICURA su cui basare la sovrappressione.

Così come richiesto dalla UNI 12101-6 – 2005: il sistema all'apertura delle porte aumenterà la spinta per la sovrappressione fino al valore programmato (comunque non superiore ai 100Pa), una volta richiuse le porte il sistema porterà il locale gradualmente alla sovrappressione preimpostata 40Pa. Il sistema non interromperà mai il moto della ventola staccandone l'attivazione, passando da una situazione di "attivo" ad una situazione di "non attivo" nel caso si superi il valore preimpostato massimo raggiungibile all'interno del filtro. Il quadro di comando sarà programmato per effettuare un'autoattivazione ed autotest secondo delle scadenze temporali in cui il Sistema si attiverà autonomamente per un tempo programmabile da PLC e poi si riposiziona in Stand-By. Si attiverà autonomamente per un tempo programmabile da PLC ed a porte chiuse effettuerà la verifica che la sovrappressione all'interno del filtro sia maggiore o uguale a 30Pa.

Riporterà il segnale di attivazione sistema in centrale, in caso del non rispetto della sovrappressione potrà attivare sistemi di allarme localizzato o rimandare segnali di allarme in centrale.

Il sistema di spegnimento da realizzarsi utilizza quale agente estinguente Sali di Potassio in forma Aerosol, con intervento automatico e manuale, gestito dal sistema di rivelazione d'incendio. Il sistema di spegnimento ad aerosol sarà realizzato mediante l'utilizzo di appositi Erogatori Antincendio (EA), il cui agente estinguente sono Sali di Potassio, secondo le concentrazioni e le indicazioni di progetto indicate dal costruttore. Tale composto, nella formulazione di base, si presenta in forma solida (compound).

La composizione chimica dell'Aerosol in fase estinguente è formata da:

- Monossido di carbonio (CO) valori da 10 a 57 ppm (valori medi cautelativi di più misure effettuate nei tempi da 0 a 15 minuti primi dall'inizio della scarica);
- Ossidi di Azoto < 5 ppm (valore di due diverse serie di misure tra il tempo 0 e 20 minuti dall'inizio scarica);
- Materiale particellare aerodisperso (aerosol).

L'attivazione della reazione di innesco della massa solida di base dell'estinguente sarà derivata dal circuito elettrico interno di attivazione con linea bifilare in bassa tensione (24 Vcc).

L'immediato cambiamento di stato da solido ad aerosol del composto di base, si manifesta con l'emissione di particelle di Aerosol di Sali di Potassio in fase gassosa, aventi una granulometria infinitesimale (da 0.5 a 4 micron circa), in grado di esercitare una doppia azione nei confronti di un focolaio di incendio in atto. Il meccanismo d'azione degli Aerosol di Potassio è costituito dal blocco dell'autocatalisi dell'incendio che si concretizza nell'inibizione dei radicali che sostengono la reazione di combustione, attuandosi attraverso una doppia azione, fisica e chimica.

L'azione fisica è legata alle caratteristiche chimico - fisiche dei metalli alcalini dei quali il Potassio fa parte. Esso, ha un potenziale di "ionizzazione" fra i più bassi e pertanto anche il modesto apporto di energia dato durante la fase di passaggio di stato è sufficiente a ionizzare, ovvero ad eliminare gli elettroni dall'atomo di Potassio. Un atomo ionizzato è molto reattivo nei confronti degli altri ioni presenti durante la reazione di combustione (incendio): si formeranno quindi istantaneamente composti inerti estremamente stabili che sottrarranno energia alla reazione di combustione sino ad annullarla del tutto. Durante questo processo, essendovi particelle inerti – i sali di Potassio – solide in sospensione, non si verificano decrementi significativi del tenore di ossigeno in ambiente né repentini abbassamenti della temperatura (i sali di Potassio sono assolutamente anidri).

L'azione chimica del composto estinguente, si sviluppa durante la combustione, ove si formano per effetto dell'autocatalisi, i radicali liberi. Essi per loro natura sono molto instabili e tendono, attraverso reazioni successive a portarsi ad un livello di stabilità finale. Durante la combustione quindi, oltre a generarsi anidride carbonica ed acqua, si manifestano notevoli quantità di radicali instabili di idrossido (ossidrili OH) che permettono alla reazione di proseguire. Il Potassio ionizzato proveniente dalla scissione del Carbonato di Potassio Idrato, presente nell'Aerosol diffuso in ambiente, reagisce durante la combustione con i gruppi ossidrilici OH (radicali liberi). La sottrazione dei radicali liberi per effetto dei legami di cui sopra, non alimenta più la combustione che a questo punto s'interrompe. L'azione estinguente dell'Aerosol di Sali di Potassio non avviene né per soffocamento (decremento di ossigeno) né per raffreddamento (come nell'acqua), ma con un meccanismo simile a quello delle sostanze alogenate, ovvero attraverso una reazione (terminale della catena) indotta dallo stesso incendio.

Le caratteristiche tecniche e funzionali del prodotto estinguente sono di seguito riassunte:

- Durata di scarica: 140 secondi;
- Concentrazione di spegnimento in volume: da 43 a 126,4 gr. /m³;
- Volume coperto: da 53 a 154 m³;
- Attivazione elettrica: 1,3°;
- Tempo di attivazione: immediato;
- Temperatura di stoccaggio: da -40 a + 54 °C;
- Classe di spegnimento: A, B, C;
- Conducibilità elettrica: paragonabile aria secca;

- Corrosività: nessuna;
- Shock termico: nessuno;
- Scariche elettrostatiche: nessuna

52.1 Componenti dell'impianto di spegnimento

L'Impianto è quindi caratterizzato da vari componenti, quali:

- **Erogatore automatico** ad Aerosol di Sali di Potassio costituito da generatore monouso e monodose, per applicazione del tipo a saturazione di ambiente di massa estinguente pari a **g 6.700** corredato di:
 - contenitore metallico in lamiera di acciaio inox, spessore minimo 10/10 mm;
 - dimensioni: diam. mm 220 e altezza mm. 350;
 - peso: 18 Kg;
 - staffa di ancoraggio;
 - circuito di attivazione in bassa tensione 24 Vcc.
- **Unità AMP 6L** gestisce fino a 6 linee composte da un massimo 10 dispositivi estinguenti aerosol DSPA ciascuna con le seguenti caratteristiche:
 - Possibilità di gestione fino ad un massimo di 6 uscite spegnimento incendi ad aerosol;
 - Monitoraggio stato ingressi ed uscite;
 - Pilotaggio diretto di massimo 10 generatori di aerosol per ogni uscita;
 - Gestione batterie tampone e relativo monitoraggio;
 - Bus di comunicazione RS-485;
 - Segnalazione acustica di allarme;
 - Memoria non volatile di eventi;
 - Impostazioni base e scarico memoria eventi tramite connessione diretta al PC;
 - Funzionamento automatico o manuale;
 - Modalità test per la verifica di tutti gli ingressi e le uscite;
 - Alimentazione da rete 88-264 Vac.

La centrale permette il pilotaggio dei generatori di Aerosol da parte della centrale di spegnimento Gas BA-51/I e viene connessa all'uscita della centrale di spegnimento Gas da cui riceve il comando di attivazione dei generatori di Aerosol.

In caso di emergenza il comando di attivazione dei generatori di Aerosol può avvenire anche attraverso un comando manuale tramite pulsante a rottura vetro. La centrale di Gestione Aerosol è dotata di 6 uscite, per ognuna delle quali è in grado di pilotare e monitorare fino ad un massimo di 10 generatori di aerosol di qualsiasi grandezza (massa estinguente) e tipologia. In tal modo è possibile dimensionare in modo ottimale la sezione relativa allo spegnimento ad aerosol. La centrale è dotata di memoria non volatile per la memorizzazione di tutti gli eventi (allarmi, azioni ed anomalie) situata su un apposito modulo in grado di gestire anche la comunicazione con un PC tramite porta USB.

Un modulo specifico a bordo centrale gestisce l'alimentazione di backup tramite batterie tampone in caso di mancanza dell'alimentazione di rete.

L'attivazione delle uscite può avvenire in modo automatico da centrale di spegnimento e/o manuale da pulsante.

Centrale di spegnimento Gas BA-51/I che è in grado di ricevere segnali di attivazione (ingressi supervisionati tramite contatti a potenziale 0) dal sistema di rivelazione incendio tramite moduli di uscita indirizzabili. Il pannello di controllo AutroXT estinguente BA-51/I viene utilizzato insieme a AutroSafe 4 e sistemi di rilevazione incendi Autroprime.

Il pannello è collegato a centrali antincendio di Autronica con unità I/O BN-304 e BN-305.

È conforme alla norma EN 12094-1 "Installazioni fisse antincendio standard europeo – Componenti di impianti di estinzione a gas - Parte 1: Requisiti e metodi di prova per dispositivi di controllo e di ritardo automatici elettrici".

AMP-Box-1, ovvero la centrale di interconnessione tra i generatori aerosol alla dell'Gestione Aerosol AMP 6L.

Il Box garantisce il trasferimento dell'impulso di corrente agli aerosol durante l'estinzione.

Tutti gli impianti dovranno essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni del presente Disciplinare, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori. Tutto quanto sopra sarà ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori. L'Appaltatore, nell'esecuzione, non dovrà apportare di propria iniziativa alcuna modifica, rispetto al progetto (cioè per quanto riguarda dimensioni e/o tracciati di condutture o altro) se non dettata da inconfutabili esigenze tecniche e/o di cantiere e comunque sempre previa approvazione scritta della D.L.. Qualora l'Appaltatore avesse eseguito delle modifiche senza la prescritta approvazione, è in facoltà della D.L. ordinare la demolizione/rifacimento secondo progetto e ciò a completa cura e spese dell'Appaltatore stesso. Sarà cura ed onere dell'Appaltatore, qualora le opere e le lavorazioni di sua competenza interferissero e/o si integrassero con opere e lavorazioni di qualsiasi genere di competenza di altri Appaltatori, adottare tutti gli interventi idonei al fine di non ritardare l'esecuzione delle opere e delle lavorazioni né inficiarne la qualità, coordinandosi se necessario con gli altri Appaltatori.

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

L'Appaltatore, all'atto del collaudo provvisorio/funzionale, dovrà produrre una dichiarazione scritta nella quale si certifichi che l'impianto eseguito ed i materiali forniti nell'ambito del contratto sono rispondenti alle norme dell'Ente italiano di unificazione (UNI) eseguiti a regola d'arte e secondo le prescrizioni della Legge n° 46/90. Faranno parte integrante della dichiarazione la relazione contenente le tipologie dei materiali impiegati.

ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

È a carico dell'Appaltatore l'espletamento di tutte le pratiche per l'ottenimento di nulla osta e di ogni altro Ente preposto alla verifica ed al controllo dell'impianto. Tutte le pratiche dovranno essere inoltrate ed avviate bene in tempo, prima dell'ultimazione dei lavori. Tutte le eventuali modifiche e/o aggiunte che dovessero essere apportate all'impianto per ottenere i predetti nulla-osta, o per ottemperare alle prescrizioni degli enti preposti, o comunque per rendere l'impianto assolutamente conforme a tutte le normative su menzionate, saranno completamente a carico dell'Appaltatore che, al riguardo, non potrà avanzare alcuna pretesa di indennizzo o di maggior compenso; egli peraltro dovrà provvedere ad eseguirle con la massima sollecitudine, anche se nel frattempo fosse già stato emesso il certificato di ultimazione lavori. Resta inoltre stabilito che l'Appaltatore sarà tenuto a presentare il proprio progetto esecutivo usbuilt e relativi certificati di conformità firmati da un tecnico abilitato e controfirmato dal responsabile legale.

NORME DI RIFERIMENTO

BRL-K23001/04 - 2010 "Linea guida di valutazione per sistemi di estinzione ad aerosol per la certificazione di prodotto per sistemi fissi di estinzione aerosol".

CEN/TR 15276-1 - 2009 "Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi estinguenti di aerosol condensato - Parte 1: Requisiti e metodi di prova per i componenti".

UNI-ISO 15779 - 2011: "Sistemi di spegnimento incendi ad aerosol condensato - Requisiti e metodi di prova per componenti progettazione, installazione e manutenzione".

UL 2775 - 2008 "Schema di indagine per le unità di sistemi fissi di estinzione ad aerosol condensato".

Norme CEI EN 50200 per i cavi elettrici

Norma UNI EN 12094 - Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi di estinzione a gas

Norme N.F.P.A. 2001 ediz. 1994/1996

Norme N.F.P.A. 2010

Art. 53. Noleggi

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

È a carico esclusivo dell'appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

I prezzi di noleggio di meccanismi, in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione del committente, e, cioè, anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro. In ogni altra condizione di cose, si applica il prezzo stabilito per meccanismi in riposo, anche durante il tempo impiegato per scaldare i meccanismi, portandoli a regime.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio e allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro.

Art. 54. Manodopera

Gli operai per l'esecuzione dei lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

Art. 55. Trasporti

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia devono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare deve avvenire, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

SOMMARIO

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE	1
Art. 1. Accettazione materiali	1
Art. 2. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali	2
Art. 3. Impiego di materiali o componenti di minor pregio	2
Art. 4. Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo	2
Art. 5. Norme di riferimento e marcatura CE	2
Art. 6. Provvista dei materiali	3
Art. 7. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto	3
Art. 8. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche	3
Art. 9. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati	3
MATERIALI E PRODOTTI PER OPERE IMPIANTISTICHE	3
Art. 10. Prescrizioni dimensionali e prestazione per i portatori di handicap	3
Art. 11. Apparecchi sanitari	5
Art. 12. Rubinetteria sanitaria	7
Art. 13. Dispositivi di scarico degli apparecchi sanitari	8
Art. 14. Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.	9
NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	25
Art. 15. Rilievi, tracciati e capisaldi	25
Art. 16. Programma esecutivo dei lavori	25
Art. 17. Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori	25
Art. 18. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera	28
Art. 19. Demolizioni	28
Art. 20. Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale	29
Art. 21. Scavi archeologici	30
Art. 22. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi	31
Art. 23. Eventuale riparazione di sottoservizi	31
Art. 24. Rilevati e rinterri	31
Art. 25. Ponteggi	31
Art. 26. Opere provvisorie	33
Art. 27. Vespai, intercapedini e drenaggi	34
Art. 28. Impregnazione di manufatti edili e trattamenti protettivi antifluo	34
Art. 29. Opere di impermeabilizzazione	35
Art. 30. Impianti elettrici	36
Art. 31. Verifiche dell'impianto elettrico	47
Art. 32. Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche	53
Art. 33. Impianti elettrici in generale	54
Art. 34. Cavidotti	55
Art. 35. Linee per energia elettrica	56
Art. 36. Casette, giunzioni, derivazioni, guaine isolanti	56
Art. 37. Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione	56
Art. 38. Impianto fotovoltaico	57
Art. 39. Impianti idrico-sanitari	59
Art. 40. Impianti termici	68
Art. 41. Impianti di trattamento aria	89
Art. 42. Impianti di condizionamento e riscaldamento	90
Art. 43. Valutazione lavori a corpo e a misura	93
Art. 44. Scavi	93
Art. 45. Rilevati, rinterri e vespai	93
Art. 46. Impianti elettrici	94
Art. 47. Impianto di rilevazione incendi	94
Art. 48. Impianto di estinzione incendio	97
Art. 49. Porte uscita di emergenza	100
Art. 50. Luci di emergenza	101
Art. 51. Impianto di evacuazione fumi e calore	102
Art. 52. Impianto di spegnimento ad aerosol	103
Art. 53. Noleggi	105
Art. 54. Manodopera	105
Art. 55. Trasporti	105