

## **- PARTE SECONDA -**

### **PRESCRIZIONI TECNICHE**

#### **▪ SCAVI - GENERALITA'**

L'Appaltatore è tenuto a porre in atto di propria iniziativa ogni accorgimento e ad impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di sicurezza; particolare attenzione dovrà essere rivolta alla potenziale presenza di sottoservizi nelle aree di intervento;

La profondità degli scavi riportata nei disegni di progetto ha valore indicativo in quanto gli scavi stessi devono essere spinti alla profondità che la Direzione Lavori deve indicare volta per volta in relazione alle caratteristiche del terreno, qualunque ne sia la profondità e la natura: l'Appaltatore è al corrente di questa esigenza del lavoro e rinuncia fin d'ora ad avanzare, per effetto di tale causa, richieste di compensi eccedenti quelli contrattualmente previsti.

Per l'esecuzione degli scavi, l'Appaltatore sarà libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali e mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purchè siano riconosciuti rispondenti dalla Direzione Lavori allo scopo, e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

Ove ritenuto dalla Direzione Lavori necessario per il tipo di lavorazione, l'Appaltatore dovrà provvedere con opportuni accorgimenti al totale smaltimento delle acque per qualsiasi volume, distribuzione e portata delle acque stesse, anche con utilizzo di pompe, nel numero e con potenzialità tali da evitare che gli scavi e/o piani di lavoro, in corso di esecuzione ed eseguiti, siano sottoposti a risalite d'acqua.

I materiali provenienti dagli scavi, non idonei per la formazione di rilevati o per altro impiego, od esuberanti, dovranno essere riportati a rifiuto su aree indicate dall'Appaltante o a discarica autorizzata, a totale cura e spese dell'Appaltatore e comunque nel pieno rispetto delle norme vigenti in materia di tutela ambientale.

I materiali, anche se esuberanti, che, ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati, dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, nelle zone che saranno predisposte, sempre a sua cura e spese, in prossimità dei lavori.

Una volta eseguite le opere di progetto, l'Appaltatore dovrà rinterrare gli scavi a sua cura e spese fino alla quota di progetto o indicata dalla D.L.

Il rinterro dovrà essere eseguito impiegando i materiali provenienti dagli scavi solo se giudicati idonei dalla Direzione Lavori. In caso contrario dovrà essere impiegato materiale arido di cava di idonea granulometria.

I piani di fondazione dovranno essere di regola orizzontali.

Nel caso si determinassero franamenti, anche per cause non imputabili all'Appaltatore, egli è tenuto agli sgomberi ed ai ripristini senza compenso di sorta.

Qualora i fabbricati e le opere esistenti, ivi compresi condotte, tubi e cavi, avessero risentito danni a causa dei lavori in corso, l'Appaltatore dovrà eseguire i ripristini con tutta sollecitudine ed a sue spese.

#### **▪ SCAVI DI SBANCAMENTO**

Per SCAVO DI SBANCAMENTO s'intende quello eseguito per splateamento ed in genere ogni scavo a sezione aperta su vasta superficie eseguito al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale dell'area di lavoro, o più in generale quelli, sempre a sezione aperta e su vasta superficie, ove sia possibile l'allontanamento delle materie scavate evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie. Si intende per scavo di sbancamento lo scavo eseguito su vasta superficie, così ad esempio: lo spianamento del terreno per l'impianto delle opere d'arte, il taglio delle scarpate, delle trincee e rilevati, ecc., comunque accessibile da almeno un lato con mezzi meccanizzati.

#### **▪ SCAVI A SEZIONE RISTRETTA E/O OBBLIGATA**

Sono denominati SCAVI A SEZIONE RISTRETTA E/O OBBLIGATA quelli incassati a sezione ristretta per fondazione di muri o per posa di tubazioni ecc., purchè non rientranti nei precedenti scavi ad ampia sezione. In ogni caso saranno considerati come scavi a sezione ristretta quelli per la formazione dei collettori, cunicoli cavi ecc.

Le trincee in cui dovranno essere posate le tubazioni dovranno essere scavate con cura al fine di ottenere un appoggio uniforme per i tubi.

Nel caso debbano essere installati tombini all'interno di un rilevato, il rilevato deve essere dapprima costruito fino ad una altezza di 0.3 m al di sopra del cielo del tubo e per una larghezza da ambo le parti di non meno 5 volte il diametro del tubo, e la trincea dovrà essere scavata profilata fino alla quota su cui dovrà essere posato il tubo.

Per la formazione dei rinterri potranno essere impiegati i materiali provenienti dagli scavi e dalle demolizioni, solo se giudicati idonei allo scopo dalla Direzione Lavori. Quando venissero a mancare in tutto o in parte le materie di cui sopra, i materiali occorrenti dovranno essere prelevati da cava.

Il rinterro deve essere effettuato per strati orizzontali con spessore, materiale e modalità di costipamento indicate dalla Direzione Lavori. E' assolutamente vietato l'impiego di materiali argillosi di riempimento.

I prezzi contrattuali degli scavi compensano, oltre a tutto quanto altrove precisato in contratto, i seguenti oneri particolari:

- . la rimozione separata dello strato vegetale ed il suo trasporto nei luoghi del cantiere indicati dalla Direzione Lavori;

- . il taglio degli alberi, la loro sramatura, il trasporto e l'accatastamento nei luoghi del cantiere indicati dalla Direzione Lavori;

- . l'estirpazione di cespugli, ceppaie, ed il loro trasporto a rifiuto;

- . le operazioni di scavo anche se a gradoni e/o in più riprese;

- . i ponteggi e gli impalcati necessari per il lavoro;

- . il trasporto dei materiali riutilizzabili entro l'area del cantiere per l'accantonamento provvisorio prima del loro riutilizzo;

- . il carico su automezzo, lo scarico e la sistemazione a discarica dei materiali di risulta, ovvero la formazione dei riporti alla rinfusa, compreso anche il trasporto a qualsiasi distanza;

la formazione di depositi provvisori del materiale di risulta e le riprese necessarie per il trasporto alla destinazione definitiva;

- . il rinterro delle parti di scavo eseguite oltre i limiti previsti, ovvero i maggiori volumi di muratura necessari per colmare gli stessi vani;

- . la regolazione, profilatura delle pareti e del fondo scavo;

- . le soggezioni ed i maggiori oneri derivanti dalla presenza di acqua.

#### ▪ AGGOTTAMENTI

I prezzi contrattuali degli scavi comprendono gli oneri diretti ed indiretti derivanti dalla presenza d'acqua e gli apprestamenti necessari per il contenimento, la ritenuta, la diversione e l'allontanamento, quando indispensabile, a gravità delle acque, qualunque ne sia la portata. Gli stessi prezzi comprendono altresì i sollevamenti delle acque di qualsiasi provenienza, escluse solo le acque di falda, con l'uso di pompe.

L'Appaltatore deve pertanto provvedere alla formazione, manutenzione e rimozione finale di argini, ture, canali, tubazioni e pozzetti necessari per contenere e deviare le acque superficiali e raccogliere ed allontanare quelle filtranti.

Il compenso per l'installazione, il noleggio, la manutenzione, l'energia, l'esercizio ed il ripiegamento degli impianti necessari per il sollevamento di quelle acque delle quali non sia possibile l'allontanamento a gravità è compreso nel prezzo degli scavi, escluse solo le acque di falda.

Tutti gli apprestamenti a carico dell'Appaltatore per la protezione degli scavi dalle acque dovranno essere lasciati in posto sino alla fine dei lavori e mantenuti in efficienza, senza particolari compensi, per l'esecuzione di tutte le successive lavorazioni.

L'opportunità del mantenimento in funzione delle stazioni di pompaggio in occasione delle successive lavorazioni, verrà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori.

#### ▪ DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Prima di dare inizio alle demolizioni e alle rimozioni, l'Appaltatore deve procedere ad una diligente ricognizione delle strutture interessate, così da poter accuratamente programmare le modalità e la successione dei lavori e tempestivamente adottare quei provvedimenti che possono rendersi necessari in relazione al comportamento delle strutture durante la demolizione, al loro stato di conservazione e di stabilità ed alle varie condizioni di sollecitazione e di vincolo.

L'Appaltatore deve di conseguenza porre in opera tutte le protezioni, sbadacchiature, rinforzi e puntelli che si rendano necessari, sottoponendoli all'esame della Direzione Lavori che dovrà approvarli, unitamente alle modalità delle operazioni.

Le demolizioni e le rimozioni devono essere eseguite adottando tutte le necessarie precauzioni e tutte le misure atte a prevenire infortuni alle persone o danni alle strutture residue e costruzioni, opere e impianti dell'Amministrazione e di terzi, sotto la piena ed esclusiva responsabilità dell'Appaltatore.

L'Appaltatore deve effettuare i lavori di demolizione procedendo gradualmente dall'alto verso il basso; non è consentivo l'abbattimento di grandi fronti di muratura né la caduta libera dei materiali da notevole altezza.

Le demolizioni, in ogni caso, devono venire limitate alle parti e dimensioni stabilite dalla DIREZIONE LAVORI. Qualora, per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, fossero danneggiate altre parti o oltrepassati i limiti fissati, le parti danneggiate indebitamente demolite devono essere ricostruite a spese dell'Appaltatore.

Quando per il trasporto a discarica delle macerie si rendano necessari ulteriori tagli e rifacimenti, questi si intendono in ogni caso già compensati con i prezzi contrattuali.

## COSTRUZIONE DEI TAPPETI SOTTILI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

a) *Struttura del rivestimento*. Il tappeto sarà costituito da un manto sottile di conglomerato bituminoso formato e posto in opera su massicciata bituminata come si specifica in seguito.

b) *Formazione del conglomerato bituminoso*.

*Aggregato grosso*. L'aggregato grosso da impiegare per la formazione del conglomerato sarà costituito da graniglia ottenuta da frantumazione della pezzatura da mm 210 per una percentuale in peso 60%.

*Aggregato fine*. L'aggregato fine da impiegare per la formazione del conglomerato dovrà essere costituito da sabbia di frantoio o sabbia di fiume, essenzialmente silicee e vive, pulite e praticamente esenti da argilla, terriccio, polvere, e da altre materie estranee per una percentuale in peso del 34%.

*Additivo (filler)*. L'additivo minerale da usarsi per il conglomerato sarà costituito da calce idraulica e da polvere di rocce calcaree finemente macinate per una percentuale in peso del 6%.

*Bitume*. Il bitume da usare per la formazione del conglomerato sarà del tipo penn. 80/100 per una percentuale in peso del 6%.

*Emulsione di bitume*. L'emulsione da impiegarsi per trattamento preliminare della massicciata dovrà essere del tipo al 50% di bitume nella misura di kg 0.700 al mq.

c) *Confezione del conglomerato bituminoso*. L'aggregato dovrà essere riscaldato con essiccatore del tipo a tamburo munito di ventilatore, essere portato alla temperatura di almeno 120 °C senza superare i 150 °C.

Alla formazione del conglomerato l'impresa dovrà provvedere con una impastatrice meccanica del tipo adatto ed approvato dalla direzione lavori la quale consenta la dosatura a peso con bilance munite di grandi quadranti di tutti i componenti e assicuri la regolarità e uniformità degli impasti, dovrà inoltre essere munito di termometri per il controllo delle temperature.

### Conglomerati cementizi

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità delle prescrizioni contenute nelle NTC/2008 e s.m.i. (ex R.D. 16 novembre 1939, n. 2229, ex D.M. 9 gennaio 1996, punto 2.1. e s.m.i.)

Pertanto si dovranno rispettare le specifiche tecniche che riguardano i materiali costituenti il calcestruzzo, la sua composizione, le proprietà del calcestruzzo fresco ed indurito ed i metodi per la loro verifica, la produzione, il trasporto, consegna, getto e stagionatura del calcestruzzo e le procedure di controllo della sua qualità contenute nella norma U.N.I. 9858 (maggio 1991).

L'Impresa dovrà garantire le prestazioni del calcestruzzo, per tutta la durata dei lavori, sulla scorta dei dati fondamentali riportati negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione lavori, ovvero:

- 1) classe di resistenza desiderata in fase di esercizio (Rck per provini cubici - fck per provini cilindrici);
- 2) dimensione massima nominale dell'aggregato;
- 3) classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali e destinazione del calcestruzzo (calcestruzzo normale, armato e precompresso);
- 4) classe di consistenza (mediante misura dell'abbassamento al cono – UNI 9418 o determinazione del tempo Vêbè – UNI 9419).

Inoltre per particolari condizioni o costruzioni, i calcestruzzi possono essere prescritti mediante i dati addizionali (facoltativi) di cui al punto 8.2.3 delle norme tecniche U.N.I. 9858.

Il quantitativo d'acqua d'impasto del calcestruzzo deve tenere presente dell'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

I getti devono essere convenientemente vibrati.

Gli impasti di conglomerato dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza al lavoro. I residui d'impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto.

Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme U.N.I. 8520/1-22 ediz. 1984-86. Gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme U.N.I. 7459/1-12 ediz. 1976.

Gli eventuali additivi, da utilizzare per il confezionamento dei calcestruzzi, previa autorizzazione della Direzione lavori, devono ottemperare alle prescrizioni delle norme tecniche da U.N.I. 7101 a U.N.I. 7120 e U.N.I. 8145 (superfluidificanti).

I getti dovranno risultare delle precise forme prescritte, senza nidi di ghiaia, sbavature, concavità dovute a deformazione delle casseforme e senza risalti prodotti da giunti imperfetti; in caso contrario sarà a carico dell'impresa ogni ripresa o conguaglio che si rendesse necessario per l'irregolarità delle superfici, fatta salva la

facoltà della direzione lavori di ordinare la demolizione ed il rifacimento dell'opera quando, a suo insindacabile giudizio, i difetti riscontrati recassero pregiudizio estetico o statico in relazione alla natura dell'opera stessa.

Tutte le opere in c.a. facenti parte dell'appalto saranno eseguite sulla base di calcoli di stabilità accompagnati dai disegni esecutivi, redatti e sottoscritti da un tecnico competente ed abilitato, che l'impresa dovrà sottoporre alla direzione lavori per l'approvazione entro il termine che sarà stato stabilito all'atto della consegna. In nessun caso si darà luogo all'esecuzione di dette opere se gli elaborati grafici e di calcolo non saranno stati preventivamente depositati presso il competente ufficio della direzione provinciale dei lavori pubblici. L'accettazione da parte della direzione lavori del progetto delle opere strutturali non esonera in alcun modo l'impresa delle responsabilità derivanti per legge e per le precise pattuizioni contrattuali restando stabilito che l'Appaltatore rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la progettazione ed il calcolo, che per la loro esecuzione; di conseguenza egli sarà tenuto a rispondere dei danni e degli inconvenienti che dovessero verificarsi, di qualsiasi natura ed entità essi possano risultare.

#### ▪ **OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO**

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà rispettare strettamente il contenuto delle seguenti norme tecniche:

- **Norme tecniche sulle costruzioni;**
- **NTC/2008 e s.m.i.;**
- L. 5 novembre 1971, n. 1086, "Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Circ. M. LL.PP. 14 febbraio 1974, n. 11951, "Norma per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione";
- Circ. M. LL.PP. 31 gennaio 1979, n. 19581, "Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 7 – Collaudo Statico";
- Circ. M. LL.PP. 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";
- Circ. M. LL.PP. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C., "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche di cui al D.M. 9 gennaio 1996".

Per le opere ricadenti in zona sismica, l'Impresa dovrà anche attenersi alle prescrizioni contenute nelle seguenti norme tecniche:

- L. 2 febbraio 1974, n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996, "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- D.M. LL.PP. 2 gennaio 1981, "Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia";
- Circ. M. LL.PP. 12 dicembre 1981, n. 22120, "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in cemento armato ed a struttura metallica danneggiati dal sisma";
- Circ. M. LL.PP. 10 aprile 1997, n. 65, "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996";
- Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. – Servizio Tecnico Centrale, "Linee guida per progettazione, esecuzione e collaudo di strutture isolate dal sisma".

Per l'esecuzione di opere quali ponti, viadotti le normative tecniche di riferimento sono:

- D.M. 4 maggio 1990, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali";
- Circ. M.LL.PP. 25 febbraio 1991, n. 34233, "Istruzione per l'applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 4 maggio 1990".

Prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione lavori i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura negli elaborati progettuali delle opere comprese nell'appalto. Tale studio di prequalificazione, da eseguirsi presso un Laboratorio autorizzato, deve riportare:

- classe di resistenza,
- natura – provenienza – qualità degli inerti,
- analisi granulometrica degli inerti,

- tipo e dosaggio del cemento,
- rapporto acqua/cemento,
- tipo e dosaggio di eventuali additivi,
- classe di consistenza per la valutazione della lavorabilità dell'impasto cementizio.

La Direzione lavori dovrà essere informata anche sul tipo di impianto di confezionamento con la relativa ubicazione, sistemi di trasporto, modalità di esecuzione dei getti e della conseguente stagionatura.

L'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, nonostante l'esame e la verifica sugli studi preliminari di qualificazione, da parte della Direzione lavori; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Il confezionamento dei conglomerati cementizi dovrà avvenire negli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione lavori. Gli impianti di betonaggio saranno di tipo automatico o semiautomatico, ma tali da garantire per tutta la durata dei lavori degli discostamenti non superiore al 3% dai dosaggi dei singoli componenti della miscela stabili nella fase preliminare di accettazione.

La lavorabilità non dovrà essere raggiunta con il maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. L'Impresa, previa autorizzazione del Direttore dei lavori, potrà utilizzare l'impiego di additivi quali fluidificanti o superfluidificanti, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per il raggiungimento della classe di consistenza prevista per l'esecuzione delle opere.

Il trasporto del conglomerato cementizio dall'impianto di confezionamento alla località del cantiere dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibile segregazione dei singoli materiali e comunque lasciando inalterate le caratteristiche di confezionamento del calcestruzzo. I calcestruzzi debbono essere approvvigionati in cantiere o preparati in sito soltanto nella quantità necessaria per l'impasto immediato e cioè debbono essere predisposti di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, pulizia del sottofondo, pulizia nelle zone oggetto di ripresa dei getti, posizionato le casseforme e predisposto le necessarie armature metalliche. Il controllo delle gabbie di armature metalliche, prima del getto, dovrà essere rivolto anche nel rispetto della distanza del copriferro, indicata negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione lavori; questo in particolare modo negli ambienti ritenuti aggressivi o per la particolarità dell'opera.

La Direzione dei lavori avrà la facoltà di ordinare che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità, tale da evitare le riprese dei getti; per tale accorgimento l'Impresa non potrà avanzare nessuna richiesta di maggiori compensi anche se sarà costretta ad una turnazione del proprio personale.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti tali da evitare la segregazione dei singoli componenti della miscela.

Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 centimetri.

Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta o altri sostanze (disarmanti) in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi.

I casseri occorrenti per le opere di getto, debbono essere sufficientemente robusti, oppure convenientemente rafforzati con controventature di sostegno tali da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la fase di getto e di pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati.

La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori e comunque non superiore a centimetri 15. I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme. I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature; inoltre vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti. La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo cm 20). La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.

Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione da garantire la solidità dell'opera. Di mano in mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere regolarmente innaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, anche coperta con della ghiaia lavata, con teli mantenuti umidi, applicare dei prodotti stagionanti che formano membrane protettive (U.N.I. 8866, U.N.I. 8656 e U.N.I. 8660) per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.

Nei casi di ripresa dei getti, quando questi veramente inevitabili, si deve inumidire la superficie del conglomerato eseguito in precedenza se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o terminata si deve raschiare la superficie stessa e prima di versare il nuovo conglomerato, si dovrà applicare un sottile strato di malta di cemento in modo da assicurare un buon collegamento del getto di calcestruzzo nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.

La verifica della resistenza caratteristica del conglomerato verrà disposto, da parte della Direzione lavori, in conformità a quanto previsto dall'allegato 2 del D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 e s.m.i., ovvero:

- controllo di accettazione (punto 5), che si effettua durante l'esecuzione delle opere;
- prove complementari (punto 6), da eseguire, ove ritenuto necessario a completamento delle prove precedenti.

Nel caso che la resistenza dei provini assoggettati a prove nei Laboratori risulti inferiore a quello indicato negli elaborati progettuali o dall'ordinativo del Direttore dei lavori, occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, quali prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi riconosciuti validi dalla Direzione lavori. A ulteriore controlli ultimati, verrà redatta apposita relazione, da parte dell'Appaltatore a firma di un tecnico abilitato, dove si indichi in base alla resistenza del conglomerato risultante, ferme restando le ipotesi di vincolo, a quali sollecitazioni e a quali carichi la struttura può essere sottoposta in fase di esercizio.

La Direzione lavori, previa approvazione della relazione anche da parte del Responsabile del procedimento, decida che la resistenza caratteristica è ancora compatibile con la destinazione d'uso dell'opera progettata e in conformità delle leggi in vigore, dovrà contabilizzare il calcestruzzo in base al valore della resistenza caratteristica risultante. Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le finalità di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione dei lavori riterrà di approvare formalmente.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.

Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica di cui sopra, il Direttore dei lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare le seguenti:

- determinazione della consistenza – prova di abbassamento al cono (slump test) - [U.N.I. 9418],
- controllo della composizione del calcestruzzo fresco - [U.N.I. 6393],
- massa volumica del calcestruzzo - [U.N.I. 6394/1/2],
- prova del contenuto d'aria - [U.N.I. 6395],
- resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo - [U.N.I. 7087],
- prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate – [U.N.I. 6132],
- prova di resistenza a compressione con sclerometro <sup>(1)</sup>.

Tutte le precedenti prove verranno eseguite a spese dell'Impresa e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione dei lavori.

I prelievi dei provini e campioni di calcestruzzo in cantiere dovranno essere conformi alle norme tecniche:

- U.N.I. 6126 – Prelevamento campioni di calcestruzzo in cantiere,
- U.N.I. 6127 – Provini in calcestruzzo – preparazione e stagionatura.

Le frequenze minimo di prelievo saranno come dall'allegato 2 del D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta verifica statica da parte di tecnico abilitato di propria fiducia ed esecuzione in conformità degli elaborati esecutivi.

## ▪ PRELIEVI E PROVE

Per tutto quanto non in contrasto con le presenti norme si fa riferimento alla legge n. 1086 del 5/11/71 (G.U. n. 321 del 21/12/1971) ed al D.M. 27/7/85 e Norme Tecniche sulle Costruzioni.

Le resistenze caratteristiche  $R_{ck}$ , secondo l'all. 2 del citato D.M., sono quelle indicate nei disegni relativi ai calcestruzzi armati delle strutture.

Nel luogo del getto del conglomerato saranno eseguiti prelievi e saranno confezionati i provini che,

dopo stagionatura, saranno provati a compressione, flessione, taglio, il tutto secondo le norme UNI già citate. Tali prelievi saranno eseguiti nel numero, quando e dove sarà ritenuto opportuno dalla Direzione Lavori, per consentire sia la determinazione della resistenza caratteristica a compressione a 3, 7 e 28 giorni, che le eventuali altre caratteristiche qualitative indicate negli articoli precedenti.

I prelievi eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di calcestruzzo previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura della Direzione Lavori e a spese dell'Appaltatore, secondo le Norme UNI vigenti, verranno apposti verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti. I provini contraddistinti con numero del relativo verbale di prelievo verranno custoditi a cura e spese dell'Appaltatore in locali indicati dalla Direzione Lavori previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i Laboratori indicati dalla Direzione Lavori, alla presenza dell'Appaltatore, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove della prima serie di prelievi saranno presi a base per la contabilizzazione dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni di maturazione -Rck-, accertata per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici, nei disegni di progetto e nel presente Capitolato.

Inoltre, sempre nel caso che la condizione di cui sopra risulti soddisfatta, dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali, per il controllo dei risultati ottenuti, i provini della seconda serie di prelievi nella misura prescritta dalle norme di legge.

Nel caso che la resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione -Rck- ricavata per ciascun tipo e classe di calcestruzzo dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, si dovranno sottoporre a prove presso Laboratori Ufficiali tutti i corrispondenti provini della seconda serie di prelievi, qualunque sia la categoria cui appartiene il calcestruzzo. Nell'attesa dei risultati ufficiali il Direttore dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la SOSPENSIONE dei getti dell'opera d'arte interessata senza che l'Appaltatore possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Se dalle prove eseguite presso i Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica a 28 giorni di maturazione -Rbk- non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilità dei lavori.

Qualora invece, anche dalle prove eseguite presso i Laboratori Ufficiali, risultasse un valore della resistenza caratteristica Rck inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dallo stesso, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se la Rck risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

I prezzi unitari dei calcestruzzi sono validi per strutture rette o curve o comunque sagomate, di qualsiasi entità, di qualsiasi altezza e spessore, qualunque sia la loro quota rispetto al terreno e qualunque ne sia la destinazione.

Detti prezzi compensano, oltre a quanto altrove precisato in contratto, i seguenti oneri particolari:

- . le spese per le indagini sui materiali e le composizioni, anche periodiche, a giudizio della Direzione Lavori;
- . la pulizia e preparazione delle superfici di fondazione;
- . il trasporto e posa in opera del calcestruzzo con tutti i mezzi atti ad evitare la segregazione e/o qualunque inizio della presa;
- . la vibrazione in opera dei getti;
- . l'umidificazione dei getti finiti o l'uso di mastice protettivo;
- . la pulizia finale del getto, il taglio delle legature sporgenti e la stuccatura dei relativi incavi;
- . la protezione del getto finito dal passaggio dei mezzi;

- . la pulizia con aria ed acqua in pressione delle riprese, ovvero la loro scalpellatura;
- .ogni e qualsiasi spesa per impalcatura e ponti di servizio, di qualsiasi importanza;
- .l'eventuale aggiunta di cemento rispetto al dosaggio minimo previsto dall'Appaltatore e/o l'impiego di additivi necessari per raggiungere le resistenze indicate per i vari tipi;
- .l'eventuale modifica del diametro massimo degli inerti, per ciascun tipo e classe degli inerti, se richiesta dal progetto o dalla Direzione Lavori, ferme restando le altre caratteristiche del conglomerato;
- .la fornitura o l'impiego di eventuali sostanze plastificanti e anticongelanti;
- .tutti i provvedimenti necessari o prescritti dalla Direzione Lavori per i getti in clima freddo od in clima caldo;
- .la formazione di fori, incastrature e vani di alloggiamento per l'appoggio o l'ancoraggio di altre strutture o meccanismi di qualsiasi genere o tipo;
- .le prove di carico compresa la fornitura dei sovraccarichi, gli strumenti di prova, le incastellature, la manodopera di assistenza e quant'altro occorra per un regolare svolgimento della prova;
- .il ripristino del calcestruzzo asportato dalle superfici di ripresa dei getti;
- .la malta per le riprese di getto;
- .le soggezioni dovute al getto in presenza delle armature dello scavo o durante il loro parallelo ripiegamento;
- .l'allontanamento delle acque qualunque sia la qualità e qualunque le soggezioni dovute alla loro presenza;
- .il prelievo in opera dei provini, la loro confezione e le spese per la relativa prova, compresi trasporti, spedizioni ecc.;
- .la protezione delle opere dagli effetti nocivi del dilavamento, del gelo, delle intemperie e della troppo rapida essiccazione;

#### ▪ **CASSERATURE**

Tutte le opere d'arte dovranno presentare superfici perfettamente lisce, continue, senza sbavature, spigolosità o qualsiasi altro difetto. Di conseguenza e' necessario che l'Appaltatore non solo segua le prescrizioni già dettate per i conglomerati cementizi in genere, ma adotti anche casseforme che permettano ai getti di rispondere ai succitati requisiti.

Le casseforme potranno essere metalliche, o di legname piallato, o di compensato armato, o di altri materiali preventivamente accettati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso le dimensioni e gli spessori dei casseri dovranno essere tali da garantire la resistenza ai carichi cui andranno ad essere sottoposti e tali che sia possibile, opportunamente, controventarli ed irrigidirli, così da assicurare la perfetta riuscita delle superfici dei getti, ed in definitiva la rispondenza della struttura con il progetto, qualsivoglia siano le sagome da esso previste.

I casseri ed i loro controventi ed irrigidimenti dovranno essere disposti sulle opere di sostegno in modo che al primo disarmo, rimanendo sul posto le necessarie centine o puntelli, possano essere rimosse le sponde dei casseri stessi ed altre parti meno importanti senza pericolo che l'opera venga in qualche modo danneggiata.

Le casseforme di legno dovranno essere formate con tavole parallele piallate a spigoli vivi e ben accostate.

Resta infatti stabilito che sulle strutture in conglomerato in genere, ed in particolare sui conglomerati armati, non dovranno essere applicati intonaci, salvo per quei casi particolari in cui ciò fosse espressamente ordinato dalla Direzione Lavori.

Le eventuali irregolarità o sbavature saranno eliminate con lo scalpello, la martellina ed eventualmente riprese accuratamente con malta fine di cemento subito dopo il disarmo, sempre che tali irregolarità e difetti siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili.

Tutte le superfici delle casseforme a contatto con i conglomerati cementizi dovranno essere perfettamente pulite e trattate con disarmante approvato preventivamente dalla Direzione Lavori, che dovrà permettere la rimozione delle casseforme senza che le superfici dei conglomerati vengano danneggiate o macchiate.

Se i casseri sono fissati con dispositivi annegati all'interno del calcestruzzo, tali dispositivi devono essere tali da non lasciare elementi di fissaggio all'esterno del getto ed i relativi fori devono essere colmati al disarmo con una pastina di malta avente la medesima tinta del calcestruzzo circostante.

E' vietato l'uso dei fili di ferro attorcigliati o raggruppati attraversanti il calcestruzzo, in particolare se l'opera è destinata a restare a contatto con l'acqua.

Nei prezzi di Elenco per le casseforme è compresa e compensata anche la formazione – nel calcestruzzo - di fori, incastrature e vani di alloggiamento per l'appoggio e per l'ancoraggio di altre strutture di qualsiasi genere o tipo, per il passaggio di tubazioni (compresa la loro successiva sigillatura con malta plastica), ecc.



## ▪ **ARMATURE**

### a) esecuzione

Le barre da porre in opera non devono essere eccessivamente ossidate, corrosive, recanti difetti che riducano la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato.

Non è di norma consentito, per i diametri superiori a 18 mm, l'impiego di barre che siano state piegate per il trasporto e successivamente raddrizzate. Le modalità di esecuzione delle armature ed i controlli da eseguirsi su di queste devono, in particolare, essere conformi alle prescrizioni delle NTC 2008 (*D.M. 27/7/85 e s.m.i.*)

La posizione delle armature nelle casseforme deve essere quella stabilita nei disegni e non deve subire modifiche durante il getto del conglomerato. A tal fine l'Appaltatore deve impiegare opportuni distanziatori e sostegni di materiale adatto. Dopo il posizionamento dell'armatura, l'Appaltatore deve richiedere alla Direzione Lavori il controllo e l'approvazione, prima di dare inizio ai getti.

Il COPRIFERRO dovrà essere, in generale, non inferiore a 35 mm misurato dalla superficie esterna del ferro, salvo casi particolari (strutture sottili), in accordo con la Direzione Lavori.

Il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature, legature ed eventuali saldature ordinate dalla Direzione Lavori, curando che le posizioni dei ferri coincidano rigorosamente con quelle fissate nei disegni costruttivi.

## - **ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

Sono compresi tutti gli oneri per la formazione dei pozzetti e posa cavidotti e conduttori, la realizzazione dei plinti in cls con le predisposizioni necessarie per il montaggio dei pali, compresa la formazione di fori passanti, fornitura ed infissione di viti, tasselli, staffe, supporti e minuterie in genere per il fissaggio delle varie apparecchiature e delle canaline metalliche su qualsiasi supporto, le eventuali piastre di base che risultassero necessarie dalle verifiche statiche a cura dell'Impresa per la corretta e sicura installazione dei pali sui cordoli e i marciapiedi, i relativi tirafondi, malte di allettamento ed intasamento.

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà produrre la relazione di calcolo riguardante la stabilità dei plinti relativi ai pali di illuminazione da posizionare.

E' prevista pertanto la fornitura e posa in opera di tutti i materiali e componenti necessari per la realizzazione delle opere di completamento dell'impianto di illuminazione pubblica, compresa la posa in opera di variatore di flusso luminoso.

## **Osservanza di leggi, regolamenti e norme in materia di appalto**

Le prescrizioni, norme e leggi e condizioni da osservare nell'esecuzione del presente atto sono le seguenti:

Il presente Disciplinare tecnico;

- D.M. 22/01/2008 n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 23, lettera a) della legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" (entrato in vigore nel mese di marzo 2008, abrogando la legge 46/90 e relativo regolamento di attuazione D.P.R. 447/91);
- D.Lgs n. 81/2008 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" (Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro);

## - **Designazione delle opere da eseguire e definizioni relative gli impianti**

Per l'appalto sono designati gli impianti da eseguire alle condizioni del presente disciplinare, che contempla l'installazione di:

- conduttori passanti in cavidotti interrati e tutti i componenti e accessori per l'adeguamento dell'impianto di illuminazione pubblica (torri faro);

Per le definizioni relative alla profondità di posa e agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti elettrici, valgono quelle stabilite dalle vigenti norme CEI e UNI e quelle relative alla corretta posa dei sottoservizi in vigore al momento della realizzazione delle opere.

## **Prescrizioni generali - Prove**

I materiali in genere occorrenti per la realizzazione delle opere dovranno essere rispondenti alle prescrizioni di capitolato e di elenco prezzi e saranno scelti dall'impresa a propria discrezione, purché siano riconosciuti dalla direzione lavori conformi e di buona qualità in relazione alla natura del loro impiego. L'impresa ha l'obbligo di prestarsi alla presentazione di campioni dei materiali alla Direzione dei Lavori per l'accettazione ed è inoltre obbligata a rimuovere dal cantiere quelli non ritenuti idonei ed a demolire le opere costruite con i materiali non riconosciuti di buona qualità. In particolare i materiali e le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle norme CEI e UNI.

## **- Requisiti di rispondenza degli impianti di illuminazione alle norme vigenti**

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della legge 1 marzo 1968, n. 186 e successive modifiche ed integrazioni.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché, dei loro componenti devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione dell'offerta ed in particolare essere conformi:

- \_ alle prescrizioni delle autorità locali comprese quelle dei VV.FF.;
- \_ alle prescrizioni ed indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica;
- \_ alle prescrizioni e indicazioni della SIP;
- \_ alle norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano) e UNI, e segnatamente :
  - CEI 64-8 (sesta edizione) – Sez. 714 “Impianti di illuminazione situati all'esterno”
  - CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Linee in cavo
  - CEI 11-4 (approvate con D.M. 21.03.1988) - Norme per l'esecuzione delle linee elettriche aeree esterne. Con specifico riferimento alla Sezione 5 “Fondazioni”
  - CEI 17-13/1/2/3 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT)
  - CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
  - UNI 11248 – Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
  - UNI EN 13201-2 – Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali
  - UNI EN 13201-3 – Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni
  - UNI EN 13201-4 – Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
  - UNI 10819 – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
  - UNI-EN 40 - Pali per illuminazione. Parte 2 - Dimensioni e tolleranze
- nonché per i cavi e i cavidotti interrati: CEI 20-13 / CEI 20-22 / CEI 20-35 / CEI 23-8 / CEI 23-39 / CEI 23-46
- nonché per le lampade e accessori: CEI 34-6 / CEI 34-21 / CEI 34-24 / CEI 34-40 / CEI 34-36 / CEI 34-38 / CEI 34-63 / CEI 34-64
- D.P.R. 547 del 15/4/55 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- Legge 186 del 01/03/68 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
- D.M. 22/01/2008 n. 37 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 23, lettera a) della legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici” (entrato in vigore nel mese di marzo 2008, abrogando la legge 46/90 e relativo regolamento di attuazione D.P.R. 447/91);
- D.Lgs 09/04/2008 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” (Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro);
- D.L.vo n° 285 30/04/1992 e s.m.i. – “Nuovo codice della strada”
- D.M. 05/11/2001 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- L.R. del 29 maggio 2007 - Regione Autonoma della Sardegna – “Linee guida per la riduzione dell'inquinamento luminoso e relativo consumo energetico”
- CEI 64-7 - Impianti elettrici di illuminazione pubblica;
- CEI 11 - 1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11 - 4 - Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI EN 62305 CEI 81-10 (1/2/3/4) - Protezione contro i fulmini;
- UNI EN 13032-1 - "Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione;
- UNI EN 13032-2 - " Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno;
- UNI 10819 - "Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- D.Lgs. n° 81 del 09/04/08 - "Attuazione dell'articolo 1 della legge n° 13 del 03/08/2007, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- D.L. n° 285 del 30/04/92 - Nuovo codice stradale e successive modifiche e integrazioni;
- D.M. n° 6792 del 05/11/01 e s.m.i.- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

Gli apparecchi per l'illuminazione pubblica dovranno essere rispondenti alle seguenti normative e leggi dedicate :

- EN 60598-1 - Apparecchi di illuminazione – parte 1: prescrizioni generali e prove;
- EN 60598-2-3 - Apparecchi di illuminazione - parte 2-3: prescrizioni particolari – apparecchi per illuminazione stradale;
- EN 60598-2-5 - Apparecchi di illuminazione - parte 2-5: prescrizioni particolari – proiettori;

- EN 55015 - Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi;
- EN 61000-3-2 - Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);
- EN 61000-3-3 - Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale  $\leq 16$  A e non soggette ad allacciamento su condizione;
- EN 61547 - Apparecchiature per illuminazione generale. Prescrizioni di immunità EMC;
- UNI EN ISO 9001 - Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti;
- CEI EN 60068-2-11 - Prove ambientali Parte 2: Prove - Prova Ka: Nebbia salina;
- EN 61347-1 - Unità di alimentazione di lampada - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza;
- EN 61048 - Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica Prescrizioni generali e di sicurezza;
- EN 61049 - Condensatori per uso in circuiti con lampade fluorescenti tubolari ed altre lampade a scarica - Prescrizioni di prestazione;
- EN 61347-2-1 - Unità di alimentazione di lampada - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per dispositivi di innesco (escluso gli starter a bagliore);
- EN 60927 - Ausiliari per lampade - Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore) - Prescrizioni di prestazione;
- EN 60238 - Portallampade a vite Edison;
- EN 60400 - Portallampade per lampade fluorescenti tubolari e porta starter;
- EN 60838-1 - Portallampade eterogenei;
- Direttiva di bassa tensione 2006/95/CE - Il rispetto dei requisiti essenziali previsti dalla direttiva deve essere dimostrato utilizzando le norme tecniche applicabili e pubblicate sulla GUCE ovvero : EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 60598-2-5;
- Direttiva di compatibilità elettromagnetica 2004/108/CE - Il rispetto dei requisiti essenziali previsti dalla direttiva deve essere dimostrato utilizzando le norme tecniche applicabili e pubblicate sulla GUCE ovvero: EN 55015, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 61547;
- Direttiva 2002/95/CE (RoHS) - Restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche;
- Direttiva 2005/32/CE (EuP – Eco design) - Relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia;
- Regolamento CE N. 245/2009 del 18 marzo 2009 - Implementazione della direttiva 2005/32/EC del parlamento Europeo riguardo alle prescrizioni di ecodesign per lampade a fluorescenza senza alimentatore integrato, per lampade a scarica ad alta intensità, e per alimentatori ed apparecchi che utilizzano queste tipologie di lampade;
- L.R. Sardegna del 29 maggio 2007 “ Linea Guida per la Riduzione dell'Inquinamento Luminoso e Relativo Consumo Energetico”.

Per impianto di illuminazione pubblica si intendono gli impianti di illuminazione pertinenti a strade, parcheggi, parchi, giardini, aree per lo sport, illuminazione di monumenti e illuminazione con proiettori di proprietà di soggetti non privati.

Gli impianti di illuminazione pubblica dovranno essere eseguiti con centri luminosi che utilizzano:

- Proiettori per illuminazione stradale;
- Armature per illuminazione stradale;
- Armature per arredo urbano.

## CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

Le principali categorie illuminotecniche indicate dalla Norma UNI EN 13201-2 sono :

Categoria serie ME, basata sulla luminanza ( $\text{cd/m}^2$ ) della superficie della strada;

Categoria serie CE, basate sull'illuminamento ( $\text{lx}$ ) delle superfici in prossimità della strada, definisce gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, rotatorie, sottopassi pedonali, ect;

Categoria serie S, basate sull'illuminamento ( $\text{lx}$ ) delle superfici in prossimità della strada, definisce gli illuminamenti orizzontali per strade, piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi ect.

Per le zone di intervento dovranno essere considerate la categoria S2 per quanto riguarda le piazze e il parco giochi, e CE4 per quanto riguarda le strade, perché inserite nella tipologia di strada F (Strade locali urbane : Centri Storici - Piazze Pedonali, Ect.) con limite di velocità 5/30 Km/h.

Inoltre potrà essere declassata di una la categoria illuminotecnica (S3 e CE5), secondo le Norme UNI 11248, in quanto saranno utilizzati corpi illuminanti luce bianca.

## REQUISITI TECNICI GENERALI

Secondo la Legge Regionale n. 20 del 28/02/2005 gli impianti di illuminazione dovranno essere conformi a quanto sotto indicato :

Gli apparecchi illuminanti, nella loro posizione di installazione, dovranno avere una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli  $\gamma \geq 90^\circ$  pari a 0 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso, con approssimazione massima a 0,49 candele per 1000 lumen;

Le lampade dovranno avere un'efficienza luminosa non inferiore a 90 lm/watt; Nelle zone individuate nel piano per l'illuminazione comunale quali i centri storici, le aree verdi attrezzate ed altre aree particolari dovranno essere utilizzate lampade con efficienze luminose non inferiori a 80 lm/watt; Nel caso di lampade a fluorescenza compatte, saranno utilizzate lampade di potenza inferiore a 50W con efficienze luminose non inferiori a 60 lm/watt;

Dovranno essere muniti di appositi dispositivi che, agendo puntualmente su ciascuna lampada o sull'intero impianto, dovranno essere in grado di controllare il flusso luminoso, consentendo una riduzione complessiva dello stesso non inferiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività;

Le lampade dovranno essere con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia e tenuto conto della specifica applicazione; Dovranno essere impiegati, a parità di risultati illuminotecnici, apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interasse dei punti luce e ridotti costi manutentivi.

#### COMFORT

Per quanto riguarda l'impianto elettrico saranno soddisfatte, oltre alle norme CEI e le Norme UNI di competenza, le prescrizioni della norma UNI 11248, della UNI EN13201-2/3/4 e la L.R. Sardegna del 29 maggio 2007 " Linea Guida per la Riduzione dell'Inquinamento Luminoso e Relativo Consumo Energetico", relative all'illuminazione stradale, in particolare saranno privilegiate le soluzioni tecniche che prevedono livelli di illuminamento adeguati con elevata uniformità, limitazione dei fenomeni di abbagliamento e di inquinamento luminoso.

Per il posizionamento degli apparecchi illuminanti si è tenuto conto degli elaborati architettonici consegnatoci, ma potrebbero subire delle modifiche durante la reale realizzazioni delle opere esterne.

Anche se per il posizionamento degli apparecchi si è dovuto tener conto delle esigenze architettoniche di pulizia e geometria, non si è trascurata la necessità di rispettare i criteri minimi richiesti dalla normativa vigente.

#### AFFIDABILITA'

La scelta dei componenti degli impianti, come peraltro le soluzioni tecniche adottate, sono mirate ad ottenere un impianto, che nella sua semplicità di funzionamento e nella qualità dei componenti, incide sensibilmente sulla riduzione dei costi di gestione e manutenzione.

L'affidabilità dei componenti elettrici sarà garantita dal Marchio di Qualità, non saranno utilizzati materiali sprovvisti di marchio IMQ, e dalla marcatura CE.

#### ISPEZIONABILITA'

Gli impianti risulteranno facilmente accessibili, con particolare attenzione alle dimensioni dei componenti e alle misure dei relativi scartamenti, per consentire agevole accesso, manutenzione, e sostituzione di parti.

#### FLESSIBILITA'

Quanto previsto nel presente progetto, è tale da consentire, anche dopo l'ultimazione dei lavori, la realizzazione di modifiche, in tempi successivi con ridotti costi impiantistici.

#### REGOLAZIONE

Sarà oggetto di un altro appalto l'installazione di appositi dispositivi, applicati puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto, in grado di ridurre e controllare il flusso luminoso in misura superiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività entro le 24 ore o comunque entro l'orario stabilito dall'Amministrazione Comunale, come indicato dalla L.R. Sardegna del 29 maggio 2007 " Linea Guida per la Riduzione dell'Inquinamento Luminoso e Relativo Consumo Energetico".

La riduzione non sarà applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali da compromettere la sicurezza.

Lo spegnimento alternativo o parziale degli apparecchi illuminanti sarà consentito esclusivamente qualora vengano rispettati i requisiti di sicurezza e di uniformità o in aree circoscritte (parcheggi, parchi, piazze, ecc.) in cui non siano richiesti requisiti di uniformità degli illuminamenti, come indicato dalla L.R. Sardegna del 29 maggio 2007 " Linea Guida per la Riduzione dell'Inquinamento Luminoso e Relativo Consumo Energetico".

#### - Tubazioni per rete di illuminazione pubblica

Cavidotti interrati. Per la posa a profondità non inferiore ai 50 cm, con sovrapposta protezione meccanica, si utilizzerà cavidotto flessibile a doppia parete, liscio all'interno e corrugato all'esterno, colore rosso, conforma alle Norme NF C 68-171, autoestinguente, in polietilene ad alta densità, con marcatura IMQ-CP, resistenza allo schiacciamento 750 Newton per 10 minuti, in opera nei diametri previsti negli elaborati di progetto completo di nastro monitor di segnalazione posato a quota superiore di 20 cm alla generatrice del tubo.

Per posa a profondità inferiore ai 50 cm si utilizzerà tubo in acciaio zincato saldato tipo Dalmine con estremità filettata UNI 6125.

Posa fissa esterna. I cavi con posa fissa esterna saranno protetti sino all'altezza di 2,50 m dal piano di calpestio con tubo in acciaio zincato saldato tipo Dalmine con estremità filettata, nei diametri previsti negli elaborati di progetto

### **- Esecuzione di scavi per posa tubazioni**

Prima di iniziare lo scavo vero e proprio si dovrà procedere al disfacimento della pavimentazione stradale previo taglio con disco diamantato.

L'Appaltatore deve rilevare la posizione di cippi o di segnali indicatori di condutture sotterranee, di termini di proprietà o di segnaletica orizzontale, allo scopo di poter assicurare durante il susseguente ripristino la loro rimessa in sito con la maggior esattezza possibile.

### **- Tubature per cavi elettrici**

Saranno poste in opera, previa regolarizzazione del piano di scavo, ad una profondità di circa 1 m e comunque in base alle prescrizioni del Regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della strada, su letto di sabbia di spessore minimo cm 10 e relativo rinfilanco e rinterro in sabbia. Nella posa in opera si dovrà dare alla tubazione una pendenza da pozzetto a pozzetto in modo da scaricare in questi le eventuali infiltrazioni d'acqua. Le giunzioni fra i tubi e il collegamento dei tubi con i pozzetti saranno eseguite mediante adatte sigillature.

Per i cavidotti in PVC rigido, o per i cavi flessibili a doppia parete in polietilene, al di sopra della generatrice superiore del tubo, ma inferiormente allo strato di riempimento in tout-venant, dovrà essere realizzata la protezione meccanica supplementare, realizzata con lastra di cemento gettato in opera spessore minimo 3 cm.

Al di sopra della generatrice superiore del tubo, a distanza di 20 cm dalla medesima, sarà posato nastro segnalatore a bande colorate per indicare la presenza del tubo in occasione di successivi scavi.

## **Cavidotti**

I cavidotti dovranno essere in polietilene rigido a doppia parete corrugati esternamente e conformi alle norme CEI 11-17.

## **Tubazioni**

I sistemi di tubi di protezione dei cavi dovranno essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa o l'esercizio.

I sistemi di tubi di protezioni saranno conformi alle seguenti normative :

- CEI EN 50086-1 (Sistemi di tubi ed 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.

Le tubazioni dovranno essere in PVC del tipo flessibile serie pesante.

Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi dovrà essere di almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm.

Negli ambienti speciali il diametro interno dovrà essere di almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm.

Indipendentemente dai calcoli di cui sopra, sarà opportuno che il diametro interno sia maggiorato per consentire utilizzi futuri.

## **Morsetti**

I morsetti dovranno essere conformi alle seguenti normative :

- CEI EN 60947-7-1
- CEI EN 60998-1
- CEI EN 60998-2-2
- CEI EN 60998-2-3
- CEI EN 60998-2-4

Le giunzioni e le derivazioni dovranno essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle a mezzo di apposite morsettiere e morsetti.

## **Derivazioni e giunzione**

Per la derivazione al palo dovranno essere utilizzati giunti di derivazione realizzati con un sistema a resina isolante del tipo riaccessibile con chiusura a scatto.

Le derivazioni e le giunzioni dei conduttori dovranno essere effettuate e realizzate in modo da :

- Consentire la facile inserzione nei loro alloggiamenti delle estremità dei conduttori da connettere;
- Permettere la giunzione senza provocare riduzioni della sezione dei conduttori;
- Mantenere in permanenza la pressione di contatto;

- Non alterarsi in ambiente umido.

Le giunzioni e le derivazioni non dovranno alterare la conducibilità, l'isolamento e la sicurezza dell'impianto e dovranno essere tali che la loro resistenza elettrica non aumenti apprezzabilmente col tempo; inoltre non dovranno essere sottoposte a sforzi meccanici.

### Scatole di derivazione

Le scatole di derivazione dovranno essere in PVC autoestinguente con grado di protezione adeguato all'ambiente in cui dovranno essere poste. Il coperchio dovrà essere fissato con viti e dovrà essere apribile solo con attrezzo. Non dovranno essere utilizzati coperchi montati a pressione.

Tutte le derivazioni dovranno essere eseguite in dette scatole facendo uso di morsetti isolati che eviteranno il danneggiamento dei conduttori all'atto del serraggio. In caso contrario i conduttori dovranno essere provvisti di puntali a pressione.

Non dovranno essere eseguiti derivazioni e/o giunzioni tramite semplice attorcigliamento e nastratura o con morsetti tipo 'mammut'. Il posizionamento delle scatole di derivazione dovrà essere particolarmente curato in modo da non danneggiare l'estetica degli ambienti.

In tutte le scatole di derivazione da parete e da esterno, l'interconnessione scatola-tubo o scatola-guaina, dovrà essere sempre realizzata con raccordo pressatubo in materiale isolante autoestinguente.

L'utilizzazione delle scatole sarà prevista per ogni derivazione o smistamento dei conduttori.

Le giunzioni dei conduttori saranno eseguite in modo ordinato e saranno facilmente individuabili.

Saranno fissate a parete o su strutture metalliche con apposite staffe in acciaio saldate, imbullonate o fissate con tasselli ad espansione.

Le cassette saranno installate rispettando:

- la complanarità con pareti in muratura o pavimenti ;
- l'allineamento con gli assi verticali ed orizzontali delle pareti ;
- le posizioni disponibili per non occupare mai quote di pareti utilizzabili per l'arredamento.

### Selettività

Nell'impianto elettrico dovrà essere realizzato un efficace sistema di selettività, per l'intervento da sovracorrente e per intervento differenziale.

La selettività, prevalentemente di tipo amperometrico, sarà ottenuta mediante un'adeguata scelta dei dispositivi (relè termici e magnetici), con interruttori lenti a monte e rapidi a valle; se necessario il sistema potrà essere completato con l'installazione di dispositivi ritardatari all'apertura.

La selettività per intervento differenziale sarà ottenuta adottando dispositivi ad alta sensibilità per le utenze di uso comune e/o di media e bassa potenza e a sensibilità tarabile per le utenze di alta potenza.

### Dimensionamento delle linee

Per quanto attiene alla protezione specifica delle condutture dalle sovracorrenti, verrà verificato che la sollecitazione termica conseguente alla sovracorrente (corto circuito o sovraccarico) non induca nei cavi gradienti termici tali da comprometterne l'efficienza.

Gli interruttori adottati dovranno risultare capaci di assicurare il mantenimento delle sollecitazioni termiche nei cavi entro i termini tollerati dagli stessi.

In particolare le verifiche saranno eseguite nei punti della conduttura nei quali può risultare massimo il valore dell'energia specifica passante lasciata fluire dall'interruttore durante il guasto.

Questi corrispondono in pratica alla parte iniziale e terminale delle condutture.

Nel caso di sovraccarico tutti i circuiti dell'impianto elettrico dovranno soddisfare quanto previsto dalle Norme CEI 64-8 ed in particolare:

- $I_B \leq I_n \leq I_z$
- $I_f \leq 1,45 I_z$

$I_B$  corrente d'impiego

$I_n$  corrente nominale / taratura del dispositivo di protezione;

$I_z$  portata nominale a regime del cavo;

$I_f$  corrente convenzionale d'intervento della protezione.

Il valore di  $I_z$  (portata nominale a regime del cavo) è infatti sempre superiore non solo alla corrente d'impiego del circuito  $I_B$  ma anche alla corrente di taratura o nominale dell'interruttore corrispondente.

### Fattori di potenza

Per la determinazione delle correnti di linea in progetto saranno considerati i seguenti fattori di potenza :

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| • Circuito luce   | $\cos\varphi = 0,9$ |
| • Circuito prese  | $\cos\varphi = 0,8$ |
| • Circuito motori | $\cos\varphi = 0,7$ |

### Fattore di potenza al gruppo di misura dell'ente distributore

Non inferiore a 0,92 mediante utilizzazione di gruppi di batterie di condensatori con inserzione automatica e batterie di condensatori fissi per il rifasamento dei trasformatori. Il fattore di potenza non dovrà superare il valore di 0,98.

### Caduta di tensione

Le cadute di tensione misurate, a pieno carico, sull'utenza più lontana dai trasformatori non dovranno superare il 2% rispetto al valore nominale della tensione di alimentazione, 4% per circuiti di alimentazione di macchinari ed illuminazione esterna.

### Cavi

I cavi saranno tutti in rame.

Per la distribuzione saranno utilizzati i seguenti :

- Cavo di tipo FG7R e/o FG7(O)R posato all'interno di canali metallici IP4X e/o cavidotti interrati;
- Cavo di tipo FG7(O)M1 posato all'interno di canali asolati e/o passerelle;
- Cavo di tipo N07V-K posato all'interno di tubazioni rigide in PVC a vista o all'interno di tubazioni incassate a parete e/o a pavimento e/o sopra controsoffitto.

Il calcolo della sezione dei cavi sarà effettuato secondo le indicazioni della Norma 64-8, ovvero sono stati considerati :

- Tipo di posa;
- n° di circuiti per canale e/o tubazione;
- Lunghezza;
- Valore della corrente nominale dell'interruttore di protezione;
- Fattore di contemporaneità.

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste nelle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL. In particolare i conduttori di neutro e di terra dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore BLU CHIARO e con il bicolore GIALLOVERDE.

Gli impianti di classe 0 ed i circuiti di comando e segnalazione a 24 V avranno i conduttori contraddistinti da colori diversi da quelli sopraelencati in modo da renderli facilmente identificabili distinguibili da conduttori di impianti di classe diversa.

Nel caso s'impieghino cavi o conduttori aventi rivestimento isolante di un'unica colorazione dovranno essere contrassegnate le fasi, il neutro e il conduttore di terra con opportuni segnafile colorati.

Come indicato dalle Norme CEI 64-8 art. 523.6, l'utilizzo di due cavi in parallelo dovrà assicurare che la corrente si ripartisca in modo uguale tra di essi; questa prescrizione sarà considerata soddisfatta se :

- a. I conduttori saranno costituiti dallo stesso materiale;
- b. I conduttori avranno la stessa sezione;
- c. I conduttori avranno circa la stessa lunghezza;
- d. I conduttori non avranno circuiti di derivazione lungo il loro percorso.

### Equilibratura e distribuzione dei carichi

Le distribuzioni principali saranno suddivise in modo che la differenza dei carichi massimi contemporanei presunti non provochi eccessivo squilibrio sulle tre fasi.

Questa condizione dovrà essere sempre considerata anche in caso di variazioni dei carichi presunti durante l'installazione degli impianti.

I carichi monofasi su sistema trifase a stella saranno distribuiti con rapporto da minimo a massimo di 1/1,2. Pertanto in fase di cablaggio dei quadri elettrici si dovrà operare prelevando le alimentazioni monofasi dalle sbarre in rispetto a detto rapporto.

### Riempimento delle tubazioni e dei canali

Per le tubazioni e per i canali il numero dei cavi, indipendentemente dal materiale di costruzione, si dovrà rispettare :

- Coefficiente di riempimento minimo 1/1,3 dove :
- 1 è il diametro del cerchio circoscritto dalla massa dei cavi;
- 1,3 è il diametro interno della tubazione;

- Numero strati di cavi su passerelle asolate aperte non superiore a tre;
- Numero strati di cavi su canali con coperchio non superiore a tre.

### Fattori di contemporaneità

Per la scelta delle protezioni e dei cavi si è tenuto conto dei seguenti coefficienti di contemporaneità :

• Illuminazione	1
• Prese di corrente del tipo civile	0,2
• Prese di corrente del tipo industriale	0,5
• Impianto CDZ	0,8

### Livelli d'illuminamento

La quantità degli apparecchi di illuminazione è stata verificata secondo le indicazioni delle norme CEI e le Norme UNI di competenza, le prescrizioni delle norme UNI 11248, della UNI EN13201-2/3/4 e della Legge Regione Sardegna del 29 maggio 2007.

Per tutte le zone dovranno essere eseguiti i calcoli illuminotecnici allegati al progetto.

Per le zone di intervento saranno considerate la categoria S2 per quanto riguarda le piazze e il parco giochi, e CE4 per quanto riguarda le strade, perché inserite nella tipologia di strada F (Strade locali urbane : Centri Storici - Piazze Pedonali, Ect.) con limite di velocità 5/30 Km/h.

La ditta appaltatrice dovrà verificare i calcoli illuminotecnici prendendo in considerazione i valori dei flussi luminosi degli apparecchi zona per zona, in quanto sono stati utilizzati delle curve fotometriche standard ed adeguate alle potenze necessarie.

Se durante la realizzazione delle opere saranno modificati gli elaborati di cui sopra dovranno essere adeguati i calcoli illuminotecnici e se necessaria dovrà essere modificata la posizione degli apparecchi indicati negli elaborati di progetto.

### Luce bianca

Per l'illuminazione dovrà essere utilizzata luce bianca, in quanto studi recenti hanno dimostrato che la visione periferica delle persone risulta più efficiente, e inoltre i tratti del volto umano vengono identificati con più chiarezza e dunque infonde un maggior senso di sicurezza.

I corpi illuminanti previsti per alcune zone (Via Pertini - Piazza Municipio - Piazza dei Caduti, Piazza Umberto I - Piazza S. Amatore e Nuovo Parco Giochi) dovranno essere corredati di lampade a LED della temperatura colore di 4000°K.

I corpi illuminanti previsti per le altre zone (Piazza S. Maria Itria e Via Chiesa) dovranno essere corredati di lampade a scarica tubolare a ioduri metallici tipo Master CityWhite CDO-TT plus tipo Philips o equivalente dalle seguenti caratteristiche tecniche :

- Regolabile fino al 60% della potenza e al 50% del flusso;
- Potenze 70/100/150W;
- Temperatura colore 2800 (bianco caldo);
- Resa cromatica 90/88/87;
- Efficienza luminosa 107/110 lm.

### Apparecchiature di protezione

Tutti i circuiti in partenza dai quadri di distribuzione, le derivazioni da una sbarratura e gli utilizzatori alimentati con presa a spina, di potenza superiore a 1000 W saranno dotati di protezione contro i sovraccarichi.

La protezione può essere incorporata nello stesso apparecchio di manovra, come nel caso degli interruttori automatici, oppure separata, come nel caso dei fusibili o dei relè termici.

Saranno montate protezioni di massima corrente su tutte le fasi attive, è fatto inoltre divieto di impiegare una protezione unipolare sul conduttore di neutro.

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi dovranno essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto sul profilato normalizzato DIN, ad eccezione degli interruttori automatici da 100 A in su che si dovranno fissare anche con mezzi diversi (vedi norma CEI 17-18).

In particolare :

- Gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6 kA, salvo casi particolari;
- Tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE, ecc.) dovranno essere modulari e accoppiati nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui sopra;



- Gli interruttori con relè differenziali fino a 63 A dovranno essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti sopra. Dovranno essere del tipo ad azione diretta e conformi alle norme CEI 23-18, e 23-18-V1/2/3 e 4;
- Gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A dovranno essere modulari ed essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. E' ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purchè abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4.500 A e conformi alle norme CEI 23-18, e 23-18-V1/2/3 e 4;
- Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Gli interruttori automatici devono essere di tipo a scatto rapido, simultaneo su tutti i poli con manovra indipendente dalla posizione della leva di comando e devono sezionare tutti i conduttori attivi compreso il neutro (escluso il caso di potenza non superiore a 1kW).

I poli degli interruttori (escluso il caso di montaggio a retroquadro) devono essere provvisti di coprimorsetti.

Gli interruttori automatici oltre i 400A dovranno essere del tipo elettronici.

In caso di installazione di fusibili e di relè termici o fusibili e interruttori automatici deve essere realizzato il coordinamento delle protezioni secondo quanto previsto dalla UNEL e dalle Norme CEI 64/8.

I fusibili saranno sempre del tipo con fusione in camera chiusa .

In qualsiasi caso le protezioni non consentiranno il verificarsi di una tensione di passo o di contatto superiore ai 50 V con tempi di intervento superiori a 5 sec.

#### **Protezione contro i contatti diretti**

La protezione dai contatti diretti, come da indicato nelle Norme CEI 64-8 sarà prevista mediante l'isolamento delle parti attive o l'adozione di involucri in materiale isolante con grado di protezione superiore o uguale a IP4XB fissati saldamente e di materiale che garantisca una durata nel tempo della protezione.

A tal merito i conduttori saranno protetti da qualsiasi sollecitazione di tipo meccanico e quindi saranno installate tubazioni e canalizzazioni per il contenimento dei cavi.

Il diametro delle tubazioni permetterà una corretta sfilabilità dei conduttori ed in particolare il diametro interno del tubo sarà uguale almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di conduttori contenuti.

Nessuna parte attiva accessibile sarà priva di isolante, quindi la protezione sarà rimovibile solamente mediante distruzione.

Le barriere di separazione dalle parti attive saranno invece smontabili solamente mediante l'utilizzo di chiavi o opportuni attrezzi.

Le aperture di prodotti elettrici necessarie alla sostituzione di parti, (come portalampada o fusibili) avranno grado di protezione superiore a IP2XB (in accordo con le relative norme di detti prodotti).

#### **Protezione contro i contatti indiretti**

Tutte le parti metalliche degli impianti che accidentalmente possono essere sede di tensione saranno protette contro i contatti indiretti mediante la messa a terra, protezione per separazione elettrica con le modalità descritte in altra parte del capitolato o con il doppio isolamento che interessa soprattutto gli apparecchi utilizzatori.

#### **Protezione contro gli effetti termici**

L'installazione di tutti componenti elettrici per cui non è specificatamente previsto questo tipo di utilizzo, sarà curata in modo da impedirne il sovrariscaldamento per effetto dell'irraggiamento solare o per effetto della vicinanza a fonti di calore.

I componenti elettrici utilizzati saranno scelti in modo da evitare qualsiasi influenza negativa con gli altri impianti non elettrici.

#### **Protezione contro i corto-circuiti**

La protezione contro i corto circuiti sarà sempre prevista all'inizio della condotta.

Questi dispositivi avranno tutti un potere di interruzione superiore al valore presunto di corrente di corto circuito nel punto della linea in cui sono inseriti o comunque è consentita la protezione a monte mediante un dispositivo di protezione e limitazione coordinato (protezione in serie).

I conduttori delle linee saranno tutti di sezioni adeguate a quanto richiesto dalle Norme CEI 64-8, e inoltre sarà verificata per ognuna la relazione:

$$S^2 \geq (I^2 t) / K^2$$

dove :

- S è la sezione del conduttore in mm<sup>2</sup>
- I è la corrente di corto circuito in A
- t è il tempo di intervento del dispositivo di prot. in sec.
- k= 115 per conduttori in rame isolati in p.v.c.

- 135 per conduttori in rame isolati in gomma naturale e butilica o 146 per conduttori in rame isolati in gomma etile propilenica e polietilene reticolato.

Le sezioni degli eventuali conduttori di terra e/o protezione saranno scelte in base ai minimi indicati dalla Norma CEI 64-8, in particolare :

- Per i conduttori di terra come da Tabella 54A
- Per i conduttori di protezione da Tabella 54F

### Protezione differenziale

Di volta in volta il progetto degli impianti elettrici stabilirà le modalità di impiego di protezioni differenziali a completamento delle protezioni contro i contatti indiretti.

Saranno generalmente impiegati interruttori con soglia di intervento di 30 mA per i circuiti prese alimentanti apparecchi utilizzatori portatili.

Interruttori differenziali con soglia di intervento di 0,5 A, 1 e 3 A eventualmente con soglia e tempo regolabili saranno adottati negli altri casi.

### Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti saranno protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi a da corto circuiti. *La protezione contro i sovraccarichi sarà effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 (fasc. 668) cap. VI.*

In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione avranno una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni :

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI EN 60898, 60898/A1, 60898/A11, 60947-2 e 60947-2/A1.

Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione

$$I^2 t \leq K^2 S^2 \text{ (ved. norme CEI 64-8).}$$

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art. 6.3.02 delle norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante  $I^2 t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

In mancanza di specifiche indicazioni sul valore della corrente di cortocircuito, si presume che il potere di interruzione richiesto nel punto iniziale dell'impianto non sia inferiore a:

6 kA nel caso di impianti monofasi;

10 kA nel caso di impianti trifasi.

### Protezione contro le tensioni di contatto (contatti indiretti) nei sistemi di I° categoria - sistema "TT".

Tutte le masse e le masse estranee comunque accessibili, normalmente non in tensione ma che in caso di cedimento dell'isolamento principale possono andare in tensione, saranno protette contro le tensioni di contatto (contatti indiretti).

In un sistema TT un primo guasto a terra deve provocare l'intervento delle protezioni, altrimenti si tratta di un sistema IT.

La messa a terra del neutro deve essere tale da permettere l'interruzione dell'alimentazione al primo guasto franco su una massa collegata al dispersore di resistenza di terra ( $R_e$ )

Per i sistemi di I° categoria la protezione contro i contatti indiretti sarà effettuata mediante l'utilizzazione dei seguenti dispositivi di protezione:

- A corrente differenziale
- Contro le sovracorrenti

Qui di seguito verranno indicate delle prescrizioni tecniche affinché venga assicurata la protezione contro i contatti indiretti:

Le masse protette da uno stesso dispositivo di protezione devono essere collegate ad uno stesso impianto di terra; Il punto neutro deve essere collegato a terra in un punto diverso da quello delle masse o nel caso non esista, lo deve essere una fase di ogni trasformatore o di ogni generatore.

Il coordinamento fra dispositivo di protezione e la resistenza di terra deve essere eseguita in modo tale da assicurare l'interruzione del circuito entro 0,1 sec. se la tensione di contatto assume valori superiori a 50 V.

Per soddisfare tale prescrizione si deve verificare la seguente condizione:

$$R_e \times I_{dn} \leq U_I$$

Dove:

$I_{dn}$  = corrente nominale dell'interruttore differenziale, espressa in Ampere;

$R_e$  = Resistenza di terra, espressa in Ohm;

$U_I$  = limite massimo della tensione di contatto (50V in condizioni normali, 25V in ambienti particolari Sezione 7 Norma CEI 64-8).

Se tale condizione non può essere soddisfatta si dovrà provvedere alla realizzazione di un collegamento equipotenziale supplementare.

Per ragioni di selettività, si potranno utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S (Norma CEI 23-42, 23-44 e 17-5 VI) in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale.

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione sarà ammesso un tempo di intervento non superiore ad 1 secondo.

Quando il dispositivo di protezione risulterà essere un dispositivo contro le sovracorrenti dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche:

Caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso la dovrà essere la corrente che ne provoca l'intervento entro 5 secondi, oppure:

Caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo, ed in questo caso la dovrà essere la corrente che ne provoca l'intervento immediato.

## Collaudo

Al termine dei lavori sarà effettuato un collaudo generale dell'impianto alla presenza della Direzione Lavori, le modalità del collaudo saranno conformi alla Norma CEI 64-8.

Il fornitore dovrà mettere a disposizione e predisporre tutta l'attrezzatura necessaria per effettuare le prove.

Fanno parte integrante del collaudo tutte le verifiche della documentazione prevista dalle Norme o dalla Legge (compresa la marcatura CE).

## Sicurezza

Come previsto dalla vigente normativa, la ditta installatrice dovrà rispettare le norme antinfortunistiche e qualora venga richiesto, fornire tutti i documenti comprovanti la formazione del personale in merito alla sicurezza.

La D.L. avrà facoltà di richiedere alla ditta installatrice: il piano di sicurezza di cantiere ed il rispetto del "piano di sicurezza in fase di realizzazione" fornito dal responsabile della sicurezza di cantiere.

Qualora la ditta installatrice non esegua i lavori seguendo le corrette procedure previste dalle norme antinfortunistiche o dai piani di sicurezza (dove previsti), la D.L. avrà la facoltà di interrompere i lavori.

Eventuali danno o ritardi causati dalla sospensione dei lavori di cui sopra, saranno addebitati a quest'ultima.

## Note di installazione

Dovrà essere mantenuta una zona di rispetto > 7,5 m degli apparecchi di illuminazione dallo sfiato della cabina di riduzione della pressione del gas metano (se presente).

In corrispondenza dei parallelismi ed in corrispondenza degli incroci con le tubazioni metalliche di altri impianti, tra i quali il gas, nel caso di interdistanza inferiore a 0,50 m, dovranno essere posate, oltre alle consuete protezioni meccaniche realizzate con malta o tegoli, delle ulteriori lastre di protezione in PVC o calcestruzzo.

In corrispondenza dei parallelismi ed in corrispondenza degli incroci tra cavi di telecomunicazione e cavi di energia posati entro tubazione in PVC, oltre alle consuete protezioni meccaniche realizzate con malta o tegoli, non dovranno essere attuate ulteriori misure a meno che l'interdistanza non sia inferiore a 30 cm.

## Distanze di rispetto tra linee elettriche e tubazioni metalliche

L'incrocio fra cavi di energia e tubazione metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti, ect.) non dovrà essere effettuata sulla proiezione verticale dei giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio.

Nessuna particolare prescrizione è prevista nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne delle tubazioni e/o loro manufatti, è superiore a 0,5 m;

Le distanze sopra indicate potranno essere modificate, previo accordo fra gli ENTI erogatori o concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

Nei parallelismi tra le linee elettriche e le tubazioni metalliche dovranno essere posati alla maggiore distanza possibile, comunque in nessun caso dovranno essere posati ad una distanza inferiore a 0,30 m.

Dovranno essere derogate alle prescrizioni dei parallelismi previo accordo con gli ENTI esercenti, quando :

- La differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- Tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongano fra le due strutture elementi separatori non metallici, nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non dovranno essere in nessun caso disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili.

La coesistenza tra gasdotti interrati e cavi di energia sarà regolamentata dal D.M. 24/11/1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".

## CORPI ILLUMINANTI

### Generalità

I corpi illuminanti dovranno essere conformi alle seguenti normative e leggi :

- EN 60598-1 : Apparecchi di illuminazione – parte 1: prescrizioni generali e prove;
- EN 60598-2-3: Apparecchi di illuminazione - parte 2-3: prescrizioni particolari - apparecchi per illuminazione stradale;
- EN 60598-2-5: Apparecchi di illuminazione - parte 2-5: prescrizioni particolari – proiettori;
- EN 55015: Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi;
- EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);
- EN 61000-3-3: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale  $\leq 16$  A e non soggette ad allacciamento su condizione;
- EN 61547: Apparecchiature per illuminazione generale. Prescrizioni di immunità EMC;
- UNI EN ISO 9001: Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti;
- CEI EN 60068-2-11: Prove ambientali Parte 2: Prove - Prova Ka: Nebbia salina;
- EN 61347-1: Unità di alimentazione di lampada - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza;
- EN 61048: Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica Prescrizioni generali e di sicurezza;
- EN 61049: Condensatori per uso in circuiti con lampade fluorescenti tubolari ed altre lampade a scarica - Prescrizioni di prestazione;
- EN 61347-2-1: Unità di alimentazione di lampada - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per dispositivi di innesco (escluso gli starter a bagliore);
- EN 60927: Ausiliari per lampade - Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore) - Prescrizioni di prestazione;
- EN 60238: Portalampe a vite Edison;
- EN 60400: Portalampe per lampade fluorescenti tubolari e portastarter;
- EN 60838-1: Portalampe eterogenei;
- UNI EN 13032-1: Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file;
- UNI EN 13032-2: Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno;
- Direttiva di bassa tensione 2006/95/CE (ex 73/23/CE + 93/68/CE e successive modifiche recepite nell'ordinamento Italiano con legge 18-10-1977 n. 791; D.Lgs. 25-11-1996 n. 626 e D.Lgs. 31-07-1997 n. 277) : Il rispetto dei requisiti essenziali previsti dalla direttiva deve essere dimostrato utilizzando le norme tecniche applicabili e pubblicate sulla GUCE ovvero : EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 60598-2-5;
- Direttiva di compatibilità elettromagnetica 2004/108/CE (recepita nell'ordinamento Italiano con legge D. Lgs 6-11-2007 n. 194), che sostituisce la precedente 89/336/CE + 93/68/CE : Il rispetto dei requisiti essenziali previsti dalla direttiva deve essere dimostrato utilizzando le

norme tecniche applicabili e pubblicate sulla GUCE ovvero: EN 55015, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 61547;

- Direttiva 2002/95/CE (RoHS) (recepita nell'ordinamento Italiano con D. Lgs 25 luglio 2005, n. 151) sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche;
- Direttiva 2005/32/CE (EuP – Eco design) (recepita nell'ordinamento Italiano con D. Lgs 06 novembre 2007, n. 201) relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia;
- Regolamento CE N. 245/2009 del 18 marzo 2009 : Implementazione della direttiva 2005/32/EC del parlamento Europeo riguardo alle prescrizioni di ecodesign per lampade a fluorescenza senza alimentatore integrato, per lampade a scarica ad alta intensità, e per alimentatori ed apparecchi che utilizzano queste tipologie di lampade;
- L.R. Sardegna del 29 maggio 2007 “ Linea Guida per la Riduzione dell’Inquinamento Luminoso e Relativo Consumo Energetico”.

## Caratteristiche Costruttive

La progettazione, la costruzione e la fornitura degli apparecchi di illuminazione dovranno essere regolate da processi aziendali certificati secondo norme UNI EN ISO 9001.

Tutti gli apparecchi forniti dovranno essere provvisti della marcatura CE prevista dalle direttive comunitarie applicabili. Una certificazione di parte terza (ENEC o Marchio nazionale equivalente) pur non essendo un requisito di legge sarà auspicabile a dimostrazione del rispetto delle normative di sicurezza applicabili al prodotto.

Il grado di protezione minimo richiesto per parte ottica gli apparecchi di illuminazione sarà IP54 a meno di diverse prescrizioni.

Nel caso di apparecchi con potenza elevata e per installazione in luoghi particolarmente umidi potrà essere necessaria la richiesta di un filtro anticondensa nel vano ottico.

Tutti gli apparecchi di illuminazione dovranno garantire la protezione contro i contatti diretti e indiretti mediante la classe di isolamento II.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere equipaggiati di condensatore di rifasamento in modo da portare il “cos $\phi$ ” al valore 0,9.

L'installazione dovrà essere agevole, e tutte le parti dovranno essere fatte in modo da garantire una corretta manovrabilità.

Inoltre dovrà essere garantita una corretta accessibilità e manovrabilità dei dispositivi di serraggio al sostegno per consentire una installazione in condizioni agevoli e di sicurezza.

L'installazione degli apparecchi di illuminazione e la relativa manutenzione dovrà avvenire mediante l'impiego delle normali attrezzature in dotazione al personale tecnico (spellafili, cacciaviti con punta a lama o a croce, chiavi fisse).

Nel caso di armature stradali, l'apertura dell'apparecchio per la manutenzione ordinaria dovrà avvenire senza l'ausilio di utensili. Non dovranno essere presenti bave, spigoli vivi o imperfezioni che possano costituire pericolo di lesioni per l'operatore o pericolo di danneggiamento per i cavi di alimentazione e di cablaggio durante le operazioni di installazione e manutenzione.

La resistenza meccanica degli involucri dovrà garantire che le parti apribili resistano a urti o movimenti bruschi che potrebbero occorrere durante le operazioni di installazione o manutenzione.

Le parti mobili di chiusura dell'apparecchio dovranno essere dotate di dispositivi di sicurezza che li trattengano in caso di caduta accidentale.

Eventuali parti verniciate dell'involucro esterno dell'apparecchio dovranno essere tali da resistere alle intemperie in funzione dell'ambiente in cui vengono installati. Tale requisito può essere soddisfatto mediante una prova Ka di nebbia salina in accordo alla norma CEI EN 60068-2-11 con un grado di severità di 500h.

Al termine della prova non dovranno verificarsi distaccamenti della vernice, tracce di corrosione o tracce di penetrazione.

Gli apparecchi per installazione a sbraccio, dovranno essere dotati di un adeguato dispositivo di regolazione dell'inclinazione per permettere il recupero dell'angolo di inclinazione del braccio.

La scelta dei componenti elettrici utilizzati sarà importante al fine di garantire un funzionamento corretto e sicuro della lampade e dell'apparecchio stesso.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere realizzati in modo tale che le operazioni di manutenzione o pulizia possano effettuarsi con semplicità, senza rischi per gli operatori o per terzi.

A seguito delle operazioni di manutenzione ordinaria sarà esclusa la possibilità di riduzione della sicurezza degli apparecchi con particolare riferimento alla classe di protezione dai contatti indiretti.

Nel caso di armature stradali in cui, a seguito dell'apertura del coperchio dell'apparecchio o di parti mobili, si accede ai componenti elettrici del cablaggio, sarà richiesto un sezionatore di sicurezza al fine di agevolare le operazioni di manutenzione.

Le attività di manutenzione ordinaria dovranno essere eseguite senza la rimozione degli apparecchi dai relativi sostegni.

## Caratteristiche fotometriche

Le prestazioni e caratteristiche fotometriche di ogni apparecchio di illuminazione saranno un elemento fondamentale per un corretto dimensionamento dell'impianto, esse dovranno essere prodotte e rese disponibili per ogni tipologia di apparecchio, ogni tipologia e potenza di lampada e ogni posizione del portalamпада.

Esse dovranno essere rese disponibili nei formati elettronici più comuni (Es. eulmdat, IES LM-63) oppure secondo la UNI EN 13032-2 (CEN format).

I rilievi fotometrici dovranno essere realizzati come da indicazioni della norma UNI EN 13032-1.

Le prestazioni fotometriche degli apparecchi dovranno essere verificate da un laboratorio qualificato di riconosciuti istituti di certificazione nazionali e internazionali operanti nel settore della sicurezza e qualità dei prodotti e delle aziende, che operi in conformità con gli standard normativi vigenti o da un laboratorio di prova certificato da Enti di accreditamento.

Ove le case costruttrici degli apparecchi di illuminazione dispongano di laboratori propri e sotto il documentato controllo permanente (attestati) di detti enti di cui sopra, la documentazione relativa alla verifica delle prestazioni fotometriche degli apparecchi di illuminazione potrà essere rilasciata direttamente dalle stesse.

## Etichettature e Istruzioni

Ciascun apparecchio di illuminazione, dovrà essere provvisto della marcatura prevista dalle normative applicabili ed in particolare :

- Marchio di origine (sotto forma di marchio depositato, marchio del costruttore o nome del venditore responsabile);
- Tensione nominale in volt;
- Simbolo per apparecchi di classe;
- Marcatura con i numeri IP relativi al grado di protezione contro la penetrazione di polvere, corpi solidi e umidità.
- Numero del modello o riferimento di tipo;
- Potenza nominale della lampada e tipo per il quale l'apparecchio è progettato;
- Temperatura ambiente nominale (se diversa da 25°C);
- Marcatura "CE";
- Marchio "ENEC" o Marchio nazionale equivalente (se presente).

Ciascun apparecchio di illuminazione dovrà essere corredato di istruzioni contenente tutte le informazioni utili a garantire l'installazione, l'uso e la manutenzione corretti, ed in particolare :

- Posizione di funzionamento prevista;
- Peso dell'apparecchio comprendente gli eventuali dispositivi di alimentazione;
- Dimensioni di ingombro;
- La proiezione della superficie massima soggetta alla spinta del vento;
- La gamma delle sezioni delle funi di sospensione per le quali l'apparecchio di illuminazione è idoneo (se applicabile);
- Il valore della coppia, espresso in newton-metro, da applicare a tutti i bulloni e le viti che fissano l'apparecchio di illuminazione al suo supporto;
- Campo delle altezze di installazione.

## Documentazione

Il fornitore, al fine di dimostrare la rispondenza dell'apparecchio ai requisiti previsti dal presente capitolato tecnico, dovrà fornire la seguente documentazione pertinente a ciascuna tipologia di apparecchio :

- Dichiarazione CE di conformità;
- Copia del certificato di approvazione;
- Elenco dei componenti elettrici utilizzati;
- Dichiarazione del materiale del riflettore;
- Caratteristiche fotometriche dell'apparecchio.

## Manutenzione

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere realizzati in modo tale che le operazioni di manutenzione o pulizia possano effettuarsi con semplicità, senza rischi per gli operatori o per terzi.

A seguito delle operazioni di manutenzione ordinaria dovranno poter essere esclusa la possibilità di riduzione della sicurezza degli apparecchi con particolare riferimento alla classe di protezione dai contatti indiretti.

Nel caso di armature stradali in cui, a seguito dell'apertura del coperchio dell'apparecchio o di parti mobili, si accede ai componenti elettrici del cablaggio, dovrà essere previsto un sezionatore di sicurezza al fine di agevolare le operazione di manutenzione.

Le attività di manutenzione ordinaria dovranno poter essere eseguite senza la rimozione degli apparecchi dai relativi sostegni.

## DISTRIBUZIONE INTERRATA GENERALITA'

Nell'esecuzione dei cavidotti dovranno essere tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati negli elaborati tecnici allegati.

Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni :

- Il taglio dell'eventuale tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliafasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio dovrà avere 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 vanghetta idraulica;
- Esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni non inferiori a quelle indicate negli elaborati tecnici allegati;
- Fornitura e posa, nel numero e diametro non inferiore a quello indicato negli elaborati tecnici allegati, di tubazioni flessibili in materiale plastico a sezione circolare per il passaggio dei cavi di energia;
- La posa delle tubazioni, in materiale plastico, dovrà essere eseguita previa formazione di letto di sabbia sul fondo dello scavo in modo da garantire il sollevamento dal fondo dello scavo;
- Le tubazioni in tutta la sua lunghezza dovranno essere ricoperte con un getto di calcestruzzo, con impasto dosato a 250 K/mc di cemento 325; il cemento dovrà essere superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- Particolare attenzione dovrà essere posta negli attraversamenti o incroci con altre tubazioni presenti nel sottosuolo, eventuali rotture o danni a codeste tubazioni la ditta Appaltante dovrà provvedere al suo immediato ripristino;
- Sarà fornito e collocato superiormente al tubo, se richiesto dalle norme a circa 30 cm, un nastro di colore rosso adatto all'interramento, riportante la scritta "Cavo Elettrico", per l'individuazione delle tubazioni, in seguito a futuri scavi;
- Il riempimento dello scavo, che dovrà avvenire dopo sei ore dal termine del getto di calcestruzzo, si effettuerà con materiali di risulta con ghiaia naturale vagliata sulla base delle indicazioni fornite dalla Direzioni Lavori;
- Il reinterro di tutti gli scavi per cavidotti e pozzetti, compreso il trasporto alla discarica del materiale eccedente, dovrà essere implicitamente compensato con il prezzo dell'opera;

La ditta Appaltante dovrà provvedere al rilievo fuori terra di tutti i pozzetti esistenti e recuperabili (es. nelle strade principali), mediante l'installazione di opportune prolunghie con chiusino in ghisa.

Nessun compenso potrà essere richiesto dall'Appaltatore per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi esistenti nel sottosuolo.

## CAVI

I tipi di posa dei cavi dovrà essere conforme alle Norme CEI 11-17.

Per cavo interrato si intende un cavo posto direttamente nel terreno, oppure posato in tubo, condotto o cunicolo ubicati nel terreno.

Non dovrà comunque mai essere utilizzata l'installazione diretta nel terreno.

Il modo di posa più utilizzato dovrà essere quello in tubazione; La resistenza meccanica di una tubazione dovrà essere uguale o maggiore di 450 newton in quanto una resistenza minore necessita di una protezione meccanica supplementare (lastra o tegola di protezione).

Potranno essere utilizzati esclusivamente cavi con guaina e con tensione nominale 0,6/1 kV.

Non dovranno mai essere utilizzati cavi unipolari senza guaina (cordine) e neppure cavi con guaina e tensione nominale 450/750 kV.

Farà eccezione il cavo tipo H07RN8-F (tensione nominale 450/750 kV) in quanto adatto per la posa permanente in acqua, ma solo per posa entro tubazione.

L'idoneità alla posa interrata dei cavi degli impianti speciali dovrà essere dichiarata dal costruttore dello stesso.

Per i cavi da posarsi sotto pavimento di locali che poggiano direttamente sul terreno (senza un vespaio) dovranno essere considerati interrati nel caso in cui sia probabile la presenza di acqua sotto il pavimento.

Dovrà essere prevista la seguente profondità minima di interramento :

- 0,6 m nei campeggi, inoltre dovrà essere prevista una protezione meccanica supplementare (coppella) nelle piazzole e nei luoghi ove siano prevedibili l'impiego di picchetti per tende o altri ancoraggi al suolo;
- 0,5 m nelle strutture ad uso agricolo e 1 m se il terreno è arabile o coltivato;
- 1 m nelle strade pubbliche;
- $\geq 0,5$  m in tutte le altre distribuzioni in Bassa Tensione;
- $\geq 0,6$  m in tutte le distribuzioni in Media Tensione.

In caso di assenza di un'adeguata protezione meccanica dovrà essere prevista l'ubicazione di un adeguato nastro di segnalazione.

## POZZETTO PREFABBRICATO INTERRATO

Dovrà essere previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa con due fori di drenaggio, ed un coperchio removibile.

Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, dovranno essere dotati sulle pareti laterali di predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

## BLOCCHI DI FONDAZIONE DEI PALI

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno di eventuali pali per illuminazione, dovranno essere mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate dalle case costruttrici e negli elaborati tecnici allegati; Dovranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- Formazione del blocco in calcestruzzo con resistenza caratteristica  $R_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$ ;
- Esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di tubo in cemento vibrato, di diametro interno come richiesto nel disegno di progetto, gettato in opera nel plinto;
- Fornitura e posa in opera, entro il blocco in calcestruzzo, dalla nicchia di incastro del palo, di uno spezzone del diametro esterno di 90 mm di tubazione in plastica, collegante il pozzetto di derivazione per il passaggio dei cavi elettrici;
- Riempimento eventuale dello scavo con ghiaia naturale accuratamente costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente;
- Sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso.
- L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compresa nell'esecuzione dello scavo del blocco.

Tutti i pali per l'illuminazione pubblica in tutte le zone aperte al traffico veicolare e pedonale dovranno essere conformi alla norma europea EN 40 ed essere dotati di marcatura CE.

I pali di sostegno dovranno essere in acciaio del tipo conico diritti a sezione circolare.

Tali pali dovranno essere inseriti in opportuni plinti di fondazione in cls armato dimensionati in accordo alle norme vigenti e provviste di:

- Asole passaggio cavi;
- Asola morsetteria con portella;
- Morsettiera di classe di isolamento II.



Il calcolo dei plinti dovrà essere eseguito secondo quanto indicato dalle Norme EN 40-3-1 e ENV 1991-2-4, per la Zona 5 (Regione Sardegna) e la categoria I e III.

## IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE

L'impianto di dispersione a terra non dovrà essere realizzato quando i componenti dell'impianto saranno di classe di isolamento II e quindi non necessitano di un impianto di terra.

Potrà essere previsto un picchetto di terra in corrispondenza dei quadri elettrici per il collegamento del differenziale generale a protezione delle apparecchiature a cui si collegheranno anche le eventuali terre delle linee esistenti realizzate in classe I.

## VERIFICHE INIZIALI E PERIODICHE

### GENERALITA'

Il datore di lavoro dovrà provvedere a controllare periodicamente lo stato di conservazione e di efficienza, ai fini della sicurezza, degli impianti elettrici e di protezione dai fulmini.

L'esito dei controlli dovrà essere verbalizzato a cura del datore di lavoro e tenuto a disposizione dell'autorità di vigilanza.

Tali obblighi sono indicati dall'art. 86 e art. 87 del Testo unico sulla di sicurezza sul lavoro (DLgs 81/08).

Per svolgere il controllo manutentivo il datore di lavoro deve incaricare un tecnico, esperto a suo giudizio e responsabilità, a cui mettere a disposizione la documentazione dell'impianto necessaria per svolgere i controlli dovuti.

Il controllo manutentivo potrà essere realizzato a campione, la cui entità dipenderà dallo stato di conservazione dell'impianto e dai risultati dei primi controlli.

Il datore di lavoro deve effettuare i controlli manutentivi in aggiunta a quelli previsti dal DPR 462/01, secondo quanto previsto dalle regole di buona tecnica e dalla normativa vigente, mentre le verifiche previste dal DPR 462/01 saranno una sorta di supervisione da parte dell'Autorità sull'efficacia dei controlli condotti dal datore di lavoro.

Ai fini dei controlli manutentivi sarà opportuno distinguere gli impianti elettrici :

- Luoghi di lavoro con pericolo di esplosione;
- Luoghi di lavoro soggetti a specifiche disposizioni legislative;
- Luoghi di lavoro senza pericolo di esplosione e non soggetti a specifiche disposizioni legislative.

### VERIFICHE INIZIALI

Prima della messa in servizio dell'impianto, al fine di verificarne l'esecuzione a regola d'arte e la conformità alla Norma CEI 64-8 e ad eventuali Norme specifiche in relazione alla peculiarità di alcune sue parti, dovrà effettuare, in accordo con la Norma CEI 64-8 Parte 6 la Guida CEI 64-14, le seguenti verifiche iniziali :

- Esame a vista per accertare che le condizioni di realizzazione siano corrette e rispondenti al progetto;
- Continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- Misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- Verifica della protezione dai contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione (verifica del funzionamento dei dispositivi di protezione differenziali);
- Misura della resistenza di terra;
- Prove di polarità;
- Prove di tensione applicata;
- Prove di funzionamento.

Al termine dei lavori la Ditta incaricata è tenuta a rilasciare la Dichiarazione di conformità, relativa all'intervento eseguito, completa di tutti gli allegati obbligatori e firmata dal Titolare o da un rappresentante legale della Ditta stessa.

Con la Dichiarazione di conformità l'installatore dichiara inoltre di aver controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo avendo eseguito le verifiche richieste dalle Norme e dalle disposizioni di legge.

La Ditta installatrice si prenderà cura, al termine dei lavori, di rilevare il valore della resistenza di terra (RA) , di verificarne il coordinamento con il dispositivo differenziale avente minore sensibilità di intervento (IA) e di coadiuvare il Committente nella compilazione del Modello di trasmissione

dichiarazione di conformità per la denuncia di installazione di dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti pericolosi (DPR 22/10/2001 n.462), da consegnare agli organi di controllo competenti (ISPESL e ASL o ARPA) entro 30 giorni dalla messa in servizio dell'impianto.

## VERIFICHE PERIODICHE

Al fine di controllare e ripristinare l'efficienza e la sicurezza dell'impianto (come previsto dal D.L. n. 81 del 09/04/08) è necessario programmare un sistema di verifiche con periodicità annuale.

In particolare, la verifica dell'impianto di terra, con misura della sua resistenza, dovrà essere effettuata :

- Ogni 2 anni per gli impianti nei luoghi con pericolo di esplosione, nei canteri, nei locali medici e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio;
- Ogni 5 anni in tutti gli altri luoghi.

Inoltre Il Committente è tenuto a far sottoporre l'impianto di terra a verifica periodica ogni 2 anni da un organismo preposto tra quelli individuati dal Ministero delle attività produttive (D.P.R. 462/01).

## Ditte abilitate

La ditta appaltatrice per l'esecuzione di opere impiantistiche dovrà essere soggetto abilitato ai sensi dell'art. 3 del decreto ministeriale n. 37 del 22/01/2008; l'imprenditore, o un suo responsabile tecnico, dovrà possedere i requisiti "tecnico-professionali", come specificati all'art. 4 dello stesso decreto, e presentare a tal fine il "certificato di riconoscimento" dei requisiti di cui al comma 6 dell'art. 3 citato.

## Dichiarazione di conformità

Al termine dei lavori la ditta installatrice degli impianti è tenuta a presentare all'ente appaltante la "Dichiarazione di conformità" di cui all'art. 7 del decreto ministeriale n. 37 del 22/01/2008, redatta secondo i modelli allegati allo stesso decreto.

## Impianti elettrici

### Qualità dei materiali

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle prescrizioni progettuali; devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio

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 corrispondere 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 di riferimento

I materiali elettrici devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

- **D.Lgs 9 Aprile 2008, n. 81– Testo unico in materia di salute e sicurezza sul lavoro**, concernente il riordino delle normativa in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro, in attuazione della Legge 3 Agosto 2007, n. 123

- **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;
- **D.M. 22 gennaio 2008 n. 37** "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 23, lettera a) della legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" (entrato in vigore nel mese di marzo 2008, abrogando la legge 46/90 e relativo regolamento di attuazione D.P.R. 447/91);
- **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.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 23, lettera a) della legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" (entrato in vigore nel mese di marzo 2008, abrogando la legge 46/90 e relativo regolamento di attuazione D.P.R. 447/91)

#### 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 ed allontanati dal cantiere.

L'appaltatore dovrà curare gli impianti elettrici fino alla conclusione del collaudo tecnico-amministrativo, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori.

Le eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali esecutive dovranno essere segnalate tempestivamente al direttore dei lavori.

L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

#### Modalità di esecuzione degli impianti

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.

In generale l'appaltatore dovrà seguire le indicazioni scritte del direttore dei lavori in caso di problemi di interpretazione degli elaborati progettuali esecutivi.

Gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1° marzo 1968.

In particolare, ai fini della prevenzione degli incendi, gli impianti elettrici:

- non devono costituire causa primaria di incendio o di esplosione;
- non devono fornire alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi. Il comportamento al fuoco della membratura deve essere compatibile con la specifica destinazione d'uso dei singoli locali;
- devono essere suddivisi in modo che un eventuale guasto non provochi la messa fuori servizio dell'intero sistema (utenza);
- devono disporre di apparecchi di manovra ubicati in posizioni "protette" e devono riportare chiare indicazioni dei circuiti cui si riferiscono.

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'apposita dichiarazione di conformità dell'impianto come previsto dallo stesso decreto.

## ***Cavi e conduttori***

### **Definizioni**

Si premettono le seguenti definizioni:

- cavo: si indicano tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo;
- 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:

- di distribuzione attraverso montante: a sviluppo prevalentemente verticale;
- di distribuzione attraverso dorsali: a sviluppo prevalentemente orizzontale;
- di distribuzione diretta agli utilizzatori.

### **Posa in opera delle condutture**

La posa in opera della conduttura può essere in:

- tubo: costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo il quale può essere incassato, o in vista o interrato;
- canale 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 (es.: graffette o collari);
- condotto: costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera;
- cunicolo: costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile;
- su passerelle: costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio;
- galleria: costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

### **Prescrizioni relative alle condutture**

- la distribuzione deve essere eseguita con i tipi di cavi indicati nei disegni progettuali;
- la posa di cavi direttamente sotto intonaco non è ammessa;
- i cavi installati entro tubi devono poter essere generalmente sfilati e re-infilati;
- i cavi installati dentro canali, condotti, cunicoli, passerelle, gallerie devono poter essere facilmente posati e rimossi;
- i cavi posati in vista devono essere, ove necessario e nel rispetto delle norme, protetti da danneggiamenti meccanici.
- per tutti i tipi di condutture devono essere osservate le seguenti prescrizioni:
  - il percorso deve essere ispezionabile (nel caso di montanti ciò deve essere possibile almeno ad ogni piano);
  - le condutture relative ai circuiti di energia e dei circuiti ausiliari devono essere separati da quelli dei circuiti telefonici;
  - negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi utilizzati per la posa dei conduttori, deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm;
  - negli ambienti speciali tale diametro interno deve essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm;
  - il coefficiente di riempimento deve essere pari al massimo a 0,5 per gli scomparti destinati ai cavi per energia;
  - i coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8 );
- il conduttore di neutro non deve essere comune a più circuiti;
- il conduttore che svolge la doppia funzione di protezione e neutro (PEN) deve avere la colorazione giallo-verde e fascette terminali blu chiaro, oppure colorazione blu chiaro e fascette terminali giallo-verde;
- le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve poter essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema;
- i colori distintivi dei conduttori o dei cavi unipolari e multipolari sono prescritti dalla tabella **CEI-UNEL 00722**;
- per l'individuazione dei cavi unipolari sotto guaina mediante simboli si applicano, ove necessario, le Norme **CEI 16-1**;

- i colori distintivi dei conduttori di fase, se possibile, devono essere:
- per i circuiti a corrente alternata nero, marrone, grigio;
- per i circuiti a corrente continua rosso (polo positivo), bianco (polo negativo);
- i cavi di tipo A “Cavi con guaina per tensioni nominali uguali o superiori a  $U_0/U$  0,6/1 kV” sono adatti per tutti i tipi di condutture precedentemente indicate;
- i cavi di tipo B “Cavi senza guaina per tensione nominale  $U_0/U$  450/750V” sono adatti solo per condutture in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato;
- nel caso di condutture interrate, i cavi devono essere adatti a detto tipo di impiego;
- per circuito di segnalamento e comando, si possono usare cavi con tensione nominale  $\leq 300/500V$ ;
- nel dimensionamento dei cavi dei montanti e sulle dorsali, è opportuno tenere conto di maggiorazioni conseguenti ad utilizzi futuri;

I cavi di alimentazione delle utenze in ambienti speciali (per esempio: centrale di riscaldamento, illuminazione esterna, elevatori, cucine, ecc.) devono essere del tipo con guaina;

È consigliabile l'uso dei cavi di tipo non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative nelle quali le relative norme impianti non li prevedono come obbligatori. (tipo LSOK).

In funzione dei diversi riferimenti alla norma **CEI 20-22** occorre verificare la quantità di cavi raggruppabili in fasci.

## **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 **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**

I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:

- **CEI 11-17** - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- **CEI 20-40** - Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- **CEI 64-8** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- **CEI 16-1** - Individuazione dei conduttori isolati;
- **CEI 20-22/2** - Prove d'incendio su cavi elettrici;
- **CEI 20-22/3** - 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-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 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 35024/1 Ec** - 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 ed interrata.

## **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:

a) conduttori di fase:

- 1,5 mm<sup>2</sup> (rame) per impianti di energia;

b) conduttori per impianti di segnalazione:

- 0,5 mm<sup>2</sup> (rame);

c) conduttore di neutro:

Il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm<sup>2</sup>

Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro.
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup>.

d) conduttori di protezione:

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente;
- 4,0 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali): la sezione non deve essere inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

e) conduttore di terra:

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> in rame o ferro zincato;
- non protetto contro la corrosione, non inferiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame) oppure 50 mm<sup>2</sup> (ferro);
- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella **CEI-UNEL 3502**. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

f) conduttore PEN (solo nel sistema TN):

- non inferiore a 10 mm<sup>2</sup> (rame);

g) conduttori equipotenziali principali:

- non inferiore a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame);
- non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame).

h) conduttori equipotenziali supplementari:

- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore; fra massa e massa estranea sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a:
  - 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente;
  - 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa e fra massa e massa estranea.

### ***Tubazioni di protezione dei cavi***

Tutte le tubazioni di protezione dei cavi dovranno essere di tipo flessibile in PVC nella serie pesante antischiacciamento, di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti norme UNEL e CEI.

L'installazione o posa in opera delle tubazioni di protezione potrà essere del tipo:

- a vista;
- incassati nelle muratura o nel massetto;
- annegati nelle strutture in calcestruzzo per le costruzioni prefabbricate;
- interrati (**CEI EN 50086-2-4**).

I tubi di protezione da collocare nelle pareti sotto intonaco potranno essere in PVC flessibile leggero (**CEI 23-14**) o flessibile pesante (**CEI 23-14**). 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.

I tubi di protezione annegare nel massetto delle pavimentazioni potranno essere in PVC flessibile pesante (**CEI 23-14**) o in PVC rigido pesante (**CEI 23-8**).

I tubi di protezione da collocare in vista potranno essere in: PVC rigido pesante (**CEI 23-8**), PVC rigido flettato (**CEI 23-25** e **CEI 23-26**), guaine (**CEI 23-25**).

I tubi di protezione interrati potranno essere in PVC rigido pesante, PVC flessibile pesante, cavidotti e guaine.

Negli ambienti speciali i tubi di protezione potranno essere in acciaio (**CEI 23-28**) e in acciaio zincato (**UNI 3824-74**).

Le tubazioni di protezione secondo le caratteristiche alla piegatura potranno essere:

- rigidi (**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 ed 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.

## ***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.

Riferimenti normativi:

- **CEI EN 60439-1**;
- **CEI EN 60439-3**;
- **CE 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 condotta dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

### Quadri secondari di distribuzione

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche ecc.

Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

### Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri: 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 (es. sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica ecc.)

Per quadri speciali si intendono 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. Detta 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.

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. E' comunque preferibile nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso di apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.



Le morsettiere possono essere del tipo a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

## **Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici**

I quadri elettrici di distribuzione debbono essere conformi alla norme: **CEI EN 60439-1, CEI EN 60439-3, CEI 23-51.**

Possono essere costituiti da un contenitore in materiale: isolante, metallico o composto.

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 debbono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm, saldata ed accuratamente verniciata a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, muniti alle estremità di capicorda a compressione di tipo ad occhiello.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

## **Targhe**

Ogni quadro elettrico deve essere munito di 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.

I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore i devono avere la marcatura CE.

## **Identificazioni**

Ogni quadro elettrico deve essere munito di proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti, i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, 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 previsto o installato.

### ***Cassette di derivazione***

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego, potranno 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 il parallelismo.

Tutte le cassette di derivazione da parete, dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione di almeno IP 40 con nervature e fori pretranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi con idoneo fissaggio ricoprenti abbondantemente il giunto-muratura.

Le cassette devono essere in grado di potere contenere i morsetti di giunzione e di derivazione previsti dalle norme vigenti.

Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di opportuni separatori.

### **Giunzioni**

Le giunzioni e le derivazioni da effettuare esclusivamente all'interno dei quadri elettrici e delle cassette di derivazione, devono rispettare le seguenti norme:

- **CEI EN 60947-7-1;**
- **CEI EN 60998-1;**
- **CEI EN 60998-2-2;**
- **CEI EN 60998-2-3;**

#### – CEI EN 60998-2-4.

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.

#### Supporto, frutto e placca

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e dovranno 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. Il supporto dovrà permettere il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti. Il supporto dovrà consentire eventuali compensazioni con i rivestimenti della parete.

I supporti dovranno prevedere l'alloggiamento da due a più moduli.

I frutti devono avere le seguenti caratteristiche:

- comando: devono disporre di 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**: o **CEI EN 60669-1**;
- interruttori uni e bipolari, deviatori, invertitori, con corrente nominale non inferiori a 10A;
- pulsanti, pulsanti a tirante con correnti nominali non inferiori a 2A (**CEI EN 60669-2-1**) (IR) infrarosso passivo;
- controllo: (**CEI EN 60669-2-1**), regolatori di intensità luminosa;
- prese di corrente: (**CEI 23-16** o **CEI 23-50**): 2P+T, 10A – Tipo P11; 2P+T, 16A – Tipo P17, P17/11, P30;
- protezione contro le sovracorrenti: (**CEI EN 60898**), interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6A, 10A, 16A e potere di interruzione non inferiore a 1500A;
- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;
- prese di segnale: per trasmissione dati RJ45; TV (**CEI EN 50083-4**) terrestri, satellitare; telefoniche (**CEI EN 60603-7**).

#### **Rifasamento degli impianti**

Per ovviare a eventuale basso fattore di potenza ( $\cos\phi$ ) dell'impianto, si deve procedere ad un adeguato rifasamento.

Il calcolo della potenza in kVA delle batterie di condensatori necessari deve essere fatto tenendo presenti:

- la potenza assorbita;
- il fattore di potenza ( $\cos\phi$ )<sup>\*</sup> contrattuale di 0,9 (provvedimento CIP);
- l'orario di lavoro e di inserimento dei vari carichi;
- il contenuto armonico dei carichi.

L'installazione del complesso di rifasamento deve essere fatta in osservanza alle norme CEI, al D.P.R. 547/1955 e ad altre eventuali prescrizioni in vigore.

Devono essere installate le seguenti protezioni:

- a) protezione contro i sovraccarichi e cortocircuiti;
- b) protezione contro i contatti indiretti;
- c) protezione dell'operatore da scariche residue a mezzo di apposite resistenze di scarica.

Sarà oggetto di accordi particolari l'ubicazione delle batterie di rifasamento e l'eventuale adozione di un sistema di inserimento automatico.

#### **Gruppi di continuità UPS**

Per l'alimentazione dei carichi in continuità assoluta saranno installati gruppi di continuità "UPS" con le seguenti caratteristiche: tipo on-line a doppia conversione (VFI ENV 50091-3), controllo a microprocessore, potenza attiva nominale secondo le prescrizioni degli elaborati di progetto, completo di batterie di tipo ermetico per autonomia 15 minuti; ingresso monofase 230 V o trifase 400 V+N, uscita monofase 230V, frequenza 50 Hz, onda sinusoidale, sovraccarico 125% di  $I_n$  per 120 secondi, rendimento AC-AC 91% con ingresso monofase e 92% con ingresso trifase; porta di comunicazione RS232, contatti di segnalazione, protezione per eccessiva scarica batterie, sovracorrente, cortocircuito, sovratensione, sottotensione, temperatura; rumorosità a 1 m <45dBA, temperatura di funzionamento 0-40°C, norme di riferimento per sicurezza EN50091-1-1 e per compatibilità elettromagnetica EN50091-2 classe A; compreso software per la gestione remota con PC (non incluso), per i sistemi operativi più diffusi; compresi i cablaggi, programmazioni e tarature necessarie, i collegamenti alle linee in ingresso e in uscita.

#### **Impianto di terra**

L'impianto di terra deve essere composto dai seguenti elementi:

- dei dispersori;
- dei conduttori di terra;

- del collettore o nodo principale di terra;
- dei conduttori di protezione;
- dei conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra deve essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (in pratica nel sistema TT sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

**Impianti a tensione nominale  $\leq 1000$  V c.a.**

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 e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, 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.).

### **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 ed 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 ed 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.

Deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego.

Possono essere impiegati:

- corde, piattine;
- elementi strutturali metallici inamovibili.

Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassunte nella seguente tabella.

Caratteristiche di posa del conduttore	Sezione minima (mm <sup>2</sup> )
Protetto contro la corrosione (es. 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, 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); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalle norme **CEI 64-8**.

**Tabella 78.1. - Sezione minima del conduttore di protezione (CEI 64-8)**

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio mm <sup>2</sup>	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm <sup>2</sup>	Conduttore di protezione. non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm <sup>2</sup>
minore o uguale a 16 uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sez. specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sez. 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, 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 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** - 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 a 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, 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 1-2-3 così come definite al punto 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 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm<sup>2</sup> (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 grès.

### 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 condizioni ambientali (umidità) cantine, garage, portici, giardini, ecc. o per particolari utilizzatori elettrici usati, le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la Zona 3 dei bagni così come definita al punto 78.2.3.4.

### 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:

- 1) 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;
- 2) 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.

### 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:

- 1) protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi Selv e Pelv);
- 2) protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi Felv);
- 3) protezione totale
- 4) protezione parziale
- 5) protezione addizionale
- 6) protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente
- 7) protezione per separazione elettrica
- 8) protezione per mezzo di locali isolanti;
- 9) protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;
- 10) protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione " Sistema TT";
- 11) protezione con interruzione automatica del circuito;
- 12) protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione " Sistema TN".

### Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i corto circuiti

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 corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della condotta;
- alla fine della condotta;
- in un punto qualsiasi della condotta.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi debbono essere installate all'inizio della condotta.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della condotta.

Sono ammessi 3,00 m di distanza dall'origine della condotta purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente alle 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.

E' 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 sia minimo il pericolo di corto circuito e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

### *Verifiche dell'impianto elettrico*

#### 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:

- 1) esame a vista
- 3) rilievi strumentali;
- 4) calcoli di controllo.

Le verifiche debbono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie dell'impianto elettrico.

#### 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 ed 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 o alle fine dei lavori.

L'esame 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 :

- la rispondenza qualitativa dei materiali ed apparecchiature impiegate siano rispondenti alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto ed ai 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;
- accessibilità che deve essere: agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura, segnalazione manovra; 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 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:

Oggetto	Accertamenti
a) sfilabilità	- estrazione di uno o più cavi dai condotti - mantenimento della calibratura interna
b) dimensione dei tubi	- diametro interno maggiore o uguale a 10 mm
c) 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 fornisse 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 ed accessori di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare in vista devono essere conformi alla norma **UNEL 37118/72 e 37117-72**.

**Tabella 79.1. Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC**

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

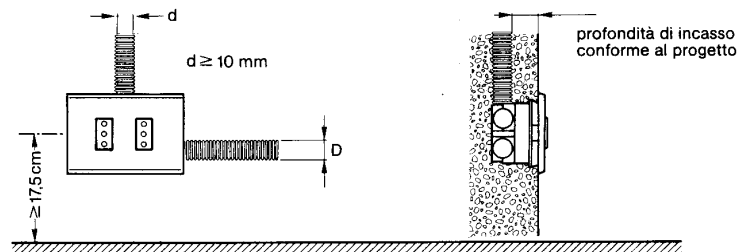
#### Verifica dei tracciati per le condutture incassate

La verifica dei tracciati per le condutture incassate deve riguardare:

Oggetto	Accertamenti
a) tubi incassati sotto intonaco:	- linearità (orizzontale o verticale) dei percorsi



b) prese a parete	- altezza non inferiore a 17,5 dal pavimento.



**Fig. 79.1. – 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 la prima 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., es 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 protezione inferiori.

Devono essere oggetto di verifica:

Oggetto	Accertamenti
a) 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
b) componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia battente con stravento $> 60^\circ$ dalla verticale.	grado di protezione $\geq$ IP 23
c) componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie.	grado di protezione $\geq$ IP 34
d) componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi.	grado di protezione $\geq$ IP 55
e) componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti permanentemente polverosi.	grado di protezione $\geq$ IP 66
f) componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su terreno soggetto a pozzanghere.	grado di protezione $\geq$ IP 67
g) materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata,	certificazione d'idoneità rilasciata da enti

vibrazioni, muffe, atmosfere corrosive, ecc..	autorizzati o autocertificazione del costruttore  - 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 (norme **CEI 64-8** e **CEI 11-1**); l'impresa esecutrice dell'impianto dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità completa della descrizione e delle misure della resistenza di terra, ai fini dell'omologazione dello stesso impianto, e ai fini di consentire la trasmissione della medesima dichiarazione agli enti preposti da parte della stazione appaltante a mezzo dell'apposito modulo.

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 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 ed 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 5 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: Si deve 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 l'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 installati le seguenti apparecchiature:

- ZONA 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico;
- ZONA 1 si possono installare soltanto scaldacqua (con marchio IMQ) ed altri utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza con tensione nominale non superiore a 25V e grado di protezione non inferiore a IP X4;
- 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 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 debbono essere collegati al conduttore equipotenziale;
- 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:

Oggetto	Accertamenti

a) collegamenti equipotenziali delle tubazioni	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	sezioni $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ ( $4 \text{ mm}^2$ se non protette) collari e morsetti idonei al buon collegamento ispezionabilità delle connessioni
c) prese ed apparecchi di comando	- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2  - esistenza di interruttore differenziale
d) apparecchi illuminanti	- di tipo a doppio isolamento con grado di protezione $\geq \text{IP X4}$
e) altri apparecchi	- grado di protezione $\geq \text{IP X1}$  - ubicazione fuori dalle zone 0-1-2
f) scaldacqua- elettrico	- la rispondenza a norme CEI con Marchio Italiano di Qualità  - il 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 verificare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a;

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto delle norme CEI:

1, 5  $\text{mm}^2$ : cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette ;

0,5  $\text{mm}^2$  : circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.;

- colori distintivi :

colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;

colore blu chiaro per il neutro

altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse;

- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori. Devono essere verificati 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 79.2. - 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 ( $\text{mm}^2$ )	Flessibili ( $\text{mm}^2$ )	
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 verificata che la distanza dell'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 e comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento lo scopo di accertare la presenza e 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 ad altro sugli impianti e macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, verificando 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 dovranno essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;
- apparecchi d'emergenza telecomandati

Devono essere oggetto di verifica:

- a) interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
- b) condutture;
- c) involucri protetti;
- d) numero dei poli degli interruttori;
- e) interruttore generale;
- f) impianto di messa a terra.

### **Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione**

Si deve 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 si deve 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, pulsanti di comando ed i citofoni, devono essere per tipo e posizione planimetrica ed 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 del tipo 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 siano collocati ad un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento. In particolare si ha:

Elemento	Altezze previste dal D.M. n. 236/1989	Altezza consigliata
interruttori:	tra 60 cm e 140 cm	tra 75 cm e 140 cm
campanello e pulsante di comando	tra 40 e 140 cm	tra 60 cm e 140 cm
pulsanti bottoniere 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, debbono essere collocati in posizione facilmente percettibile visivamente ed acusticamente.

#### Prove di verifica e controlli

Le prove consistono nell'effettuazione di misure o di altre operazioni per accertare l'efficienza dell'impianto elettrico. La misura deve essere accertata mediante idonea strumentazione.

Le prove possono riguardare:

- prova della continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- misura della resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico;
- misura della resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prova di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento alla tensione nominale;
- verifica della protezione contro gli effetti termici;
- verifica 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 sui 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 ed i blocchi funzionino regolarmente senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali ed i quadri di zona e di reparto e tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA, 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  $0,5 I_{\Delta n}$ , il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a  $1,1 I_{\Delta n}$ , 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

a) dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT:

La misura della resistenza del dispersore (norma **CEI 64-8**, art. 612.6.2.) ha lo scopo di accertare che il valore della resistenza di terra 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÷220 V elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

b) dispersore di grandi dimensioni:

La resistenza del dispersore 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 ( $\Delta V$ ), 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.

#### 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 passerelle 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 ed 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 ed a sopportare le sollecitazioni termiche e elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

## Impianti idraulici

### 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:

- a) sia conferendole un carattere nocivo per la salute;
- b) sia 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 in contatto, in maniera tale da non consentire il rispetto dei limiti vigenti negli effluenti dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

## Prescrizioni normative

Ai sensi del D.M. 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.

a) 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 9183** - Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;

**UNI 9184**, Edilizia - Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;

b) Disegni tecnici

**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.

### ***Criteri di esecuzione***

## **Posa in opera delle tubazioni**

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni dell'appendice U (Prescrizioni particolari di impiego e posa delle tubazioni) alle norma **UNI 9182**.

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 e non facilmente ispezionabili 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 essere preceduti da serbatoi o tratti di tubazione in rame.

## **Ancoraggi delle tubazioni a vista**

Gli ancoraggi ed i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti:

- 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; 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 dalla norma **UNI 9182**, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:

- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti;
- disinfezione mediante immissione nella rete idrica di cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela d'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 8 ore.
- 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 ed 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.

L'impresa appaltatrice durante la disinfezione 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 all'impianto di distribuzione deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e disinfezione.

### **Isolamento termico**

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica, e vengono impiegati per due distinti scopi:

- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria su tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua fredda;
- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni ed 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/m<sup>3</sup>.



## ***Protezione contro la corrosione***

### **Generalità**

Con il termine protezione contro la corrosione si 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, etc.

Le protezioni possono essere di tipo passivo o 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 ed 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 od a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminosa;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto cemento od in resine sintetiche, usabili per l'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, debbono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non debbono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto della 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 interrato 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 ed 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.

#### ***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 ed 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, od 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 ed assiali. Codice di prove d'accettazione. Classe C;

**UNI ISO 3555** - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.

### ***Prove e verifiche***

## **Generalità**

Le verifiche e le prove indicate ai punti che seguono, saranno eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori, che ne redigerà 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 od altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

## **Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione**

La prova di tenuta idraulica (**UNI 9182**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, 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 e dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione, per almeno 4 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 6 kg/cm<sup>2</sup>.

La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 5 m H<sub>2</sub>O.

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.

## **Prova di portata rete acqua fredda**

La prova di portata rete acqua fredda intende 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 dai coefficienti di contemporaneità fissati nel presente capitolato.

Si seguiranno le seguenti operazioni :

- apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
- le utenze funzionanti (il cui numero totale è fissato già dal comma precedente) saranno distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità stabilita dalle prescrizioni contrattuali.

Nelle condizioni suddette si dovrà verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta nel capitolato speciale d'appalto, e che la portata totale (misurata se è possibile all'organo erogatore), non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti.

La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità stabilite dal contratto.

## **Prova idraulica a caldo**

La prova di portata rete acqua calda (**UNI 9182**) deve essere eseguita con le medesime modalità per la rete acqua fredda, nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- messa in funzione dell'impianto di preparazione acqua centralizzato per un tempo non inferiore a 2 ore consecutive;

- temperatura iniziale maggiore di almeno 10 °C della 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 calda**

La prova di erogazione d'acqua calda (**UNI 9182**) deve essere eseguita con le medesime modalità nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- durata minima 2 ore;

- apertura contemporanea di tutti i rubinetti o bocche di erogazione 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 portata prevista e non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua. Per la temperatura, dopo l'erogazione di 1,5 litri, è ammessa una tolleranza di 1°C.

### **Prova di circolazione e coibentazione delle rete di distribuzione di acqua calda ad erogazione nulla**

La prova ha lo scopo di verificare la funzionalità della rete di distribuzione dell'acqua calda e della coibentazione delle tubazioni.

La prova deve essere effettuata in periodo invernale o freddo, si riterrà soddisfacente quando la differenza di temperatura dell'acqua misurata tra il punto di partenza a quello di erogazione più lontano è inferiore o uguale a 2 °C.

Ultimate le opere, l'impresa dovrà rimuovere tutti gli impianti di cantiere e sgomberare tutte le aree occupate, rimettendo tutto in pristino stato, in modo che nessun pregiudizio o alterazione derivino in dipendenza dei lavori eseguiti.

Dovrà inoltre - qualora necessario - provvedere ai risarcimenti degli scavi con materiali idonei, all'espropriazione del ciottolame affiorante, ed in genere alla continua manutenzione del piano stradale in corrispondenza degli scavi, in modo che il traffico si svolga senza difficoltà e pericolosità.