

SETTORE EDILIZIA PUBBLICA E GLOBAL SERVICE

Città di Sesto San Giovanni

**ADEGUAMENTO SISMICO-STRUTTURALE,
ADEGUAMENTO ANTINCENDIO ED
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO**

**SCUOLA "DON MILANI"
Via Felice Cavallotti 88**

PROGETTO ESECUTIVO

IMPIANTI ELETTRICI

PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

ELABORATO N° : E-DT-03

Rev.	Data	Esec.	Descrizione
0	Giugno 2019	GBE	Emissione
1			
2			
3			

1	PREMESSA.....	4
2	NORME DI RIFERIMENTO	4
3	FORNITURA DELL'ENERGIA.....	6
4	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.....	7
4.1	PROTEZIONE MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE NEI SISTEMI ELETTRICI A TENSIONE INFERIORE A 1000V C.A. (CEI 64-8) - SISTEMA TT.....	7
5	PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI	8
5.1	PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO.....	8
5.2	PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO.....	9
6	AMBIENTI PARTICOLARI	9
6.1	IMPIANTI TERMICI ALIMENTATI A GAS	9
6.2	LOCALI CONTENENTI BAGNI O DOCCE.....	10
7	IMPIANTO DI TERRA	13
7.1	SISTEMA TT	13
7.2	COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI TERRA.....	13
8	IMPIANTO ILLUMINAZIONE DEGLI AMBIENTI	17
9	ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA	17
9.1	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	18
9.2	ILLUMINAZIONE DI RISERVA	19
9.3	SEGNALAZIONE DI SICUREZZA	19
10	IMPIANTO PRESE A SPINA	20
10.1	AMBIENTI CIVILI	20
10.2	VANI TECNOLOGICI - AMBIENTI INDUSTRIALI	20
11	IMPIANTI AUSILIARI	22
11.1	IMPIANTO TELEFONICO.....	22
11.2	IMPIANTO VIDEOCITOFONICO O CITOFONICO	22
12	CONDUTTURE.....	23
12.1	TIPO DI CAVI AMMESSI	23

12.2	SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI.....	23
12.3	COLORI DISTINTIVI.....	24
12.4	POSA DELLE CONDUTTURE	25
12.5	CONNESSIONI.....	31
13	QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE	31
14	COLLAUDI E DOCUMENTAZIONE	32
15	CAMPIONATURE.....	33

1 PREMESSA

Nel seguito sono riportate le prescrizioni tecniche generali riguardanti la realizzazione degli impianti elettrici.

Essendo di carattere generale, eventuali prescrizioni particolari, contenute in documenti di progetto più specifici, quali ad esempio:

- Relazione tecnica;
- Schemi elettrici;
- Planimetrie

ed altri, sono da intendersi prioritarie nei confronti di quelle contenute nel presente documento.

Vengono inoltre segnalati i principali criteri progettuali adottati perché di essi si possa tener conto per eventuali varianti in corso d'opera.

Per quanto non espressamente indicato nel testo valgono le disposizioni di legge e le norme CEI, alle quali occorre comunque riferirsi.

Gli impianti elettrici, alla fine dei lavori, devono risultare eseguiti a regola d'arte e conformi ai disposti di cui alla legge 1 marzo 1968, n. 186.

2 NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti sono stati progettati in accordo con le norme legislative e tecniche in vigore e secondo le indicazioni contenute nella Guida CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".

Anche la loro realizzazione dovrà essere conforme alle normative tecniche e di legge attualmente in vigore con particolare riferimento alle seguenti (l'elenco è indicativo e non esaustivo):

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 = Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

D.P.R. n. 689/59 = Decreto del presidente della Repubblica 26.5.1959. Determinazioni delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini di prevenzione degli incendi, al controllo del comando del corpo dei vigili del fuoco;

LEGGE n. 186/68 = Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici. 1 Marzo 1968;

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

D.P.R. n. 462/01 = Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi. 22.10.2001;

ALTRE LEGGI Tutte le leggi, norme e regolamenti qui non esplicitamente richiamate ma che risultino avere attinenza con le opere e prestazioni oggetto dell'Appalto, che risultino in vigore o che dovessero subentrare durante l'esecuzione dell'Appalto.

Norme CEI 2 - 3 Norme per le macchine rotanti.

Norme CEI del gruppo 3 Documentazione e segni grafici, tutte

Norma CEI 11 – 17 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo. II edizione 1997 e successive varianti;

Norme CEI 14 – 4 Norme per trasformatori di potenza;

Norma CEI 16 – 3 Principi fondamentali e di sicurezza per le interfacce uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione. Principi di codifica per i dispositivi indicatori e per gli attuatori. V edizione 2003;

Norma CEI 17 - 6 Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensione da 1 a 52 kV. V edizione 1998 e successive varianti;

Norma CEI EN 61439 Norme per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri elettrici BT) edizione 2012;

Norma CEI 20 - 20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750 V;

Norma CEI 20 – 22/2 Prova d'incendio dei cavi elettrici. Prova di non propagazione dell'incendio. edizione 2006;

Norma CEI 20 - 24 Giunzioni e terminali per cavi di energia. II edizione 1998;

Norma CEI 20 - 25 Cavi flessibili piatti con isolante e guaina di polivinilcloruro per ascensori. II edizione 1997;

Norma CEI 20 - 35 Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio. Prova di non propagazione verticale della fiamma. I edizione 1999;

Norma CEI 23 - 51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per uso domestico e similare. I edizione 1996;

Norma CEI 31 – 1 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - custodie a prova di esplosione. "d" - norma Europea. IV edizione 2001;

Norma CEI 31 - 8 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - regole generali - norma europea. III edizione 1998;

Norma CEI 31 - 9 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - modo di protezione a sicurezza intrinseca "i" - norma europea. II edizione 1998;

Norma CEI 31 - 10 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - modo di protezione a sicurezza intrinseca "i" - norma europea. I edizione 1997;

Norma CEI 31 - 30 Classificazione dei luoghi pericolosi. I edizione 1996;

Norma CEI 31 - 35 Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi. II edizione 2001 e successive varianti;

Norma CEI 31 - 35A Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi. Esempi di applicazione. II edizione 2001;

Norma CEI 31 - 33 Impianti elettrici per atmosfere esplosive per la presenza di gas. I edizione 1998;

Norma CEI 70 - 1 Norme per la classificazione dei gradi di protezione degli involucri. II^a edizione Marzo 1997 e successive varianti.

Norma CEI 64 - 8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua. VI edizione;

Norma CEI 81 - 10/10 Protezione contro i fulmini.

Gli impianti saranno realizzati nell'assoluto rispetto di tutte le norme di legge vigenti al momento della costruzione e nel rispetto delle relative norme tecniche redatte dal CEI. Inoltre dovranno essere conformi alle prescrizioni delle Autorità locali, dei VV.FF ed alle indicazioni dell'Ente fornitore dell'energia elettrica.

3 FORNITURA DELL'ENERGIA

Dovranno essere presi contatti con l'Ente Distributore di energia elettrica per concordare, definire o confermare:

- tensione di alimentazione;
- frequenza;
- potenza impegnata e massima prelevabile;
- caratteristiche del punto di consegna (corrente di cortocircuito e, se in MT, tempo di intervento delle protezioni, corrente di guasto a terra, impianto di terra globale);
- posizione, caratteristiche e dimensioni di locali, nicchie o cassette, a disposizione dell'ente distributore per le proprie apparecchiature e per il gruppo di misura.

4 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

La protezione delle persone dai contatti diretti e indiretti con le parti di impianto in tensione sarà ottenuta utilizzando almeno uno dei metodi di seguito descritti:

1. Protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti
 - a. Protezione mediante bassissima tensione di sicurezza (SELV) o di protezione (PELV);
 - b. Protezione per limitazione della corrente e/o della carica elettrica;
2. Protezione contro i contatti diretti
 - a. Protezione mediante isolamento delle parti attive;
 - b. Protezione mediante involucri o barriere;
 - c. Protezione mediante ostacoli;
 - d. Protezione mediante distanziamento
 - e. Protezione addizionale mediante interruttori differenziali;
 - f. Protezione contro i contatti indiretti
 - g. Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
 - h. Protezione mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente;
 - i. Protezione per mezzo di luoghi non conduttori;
 - j. Protezione per mezzo di collegamento equipotenziale locale non connesso a terra;
 - k. Protezione per separazione elettrica.

Si rimanda alle norme vigenti per la descrizione dettagliata di tali metodi e per come realizzarli. Considerata però l'importanza del metodo che si basa sull'interruzione automatica dell'alimentazione, esso viene descritto nei paragrafi che seguono.

4.1 PROTEZIONE MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE NEI SISTEMI ELETTRICI A TENSIONE INFERIORE A 1000V C.A. (CEI 64-8) - SISTEMA TT

Per conseguire la dovuta protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TT si devono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale.

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

Dove:

R_E = resistenza del dispersore somma delle resistenze $[\Omega]$ del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse;

I_{dn} = corrente nominale differenziale in ampere;

U_L = valore di tensione di contatto limite $[V]$ nei luoghi ordinari (25V in ambienti particolari quali: locali ad uso medico, luoghi ad uso agricolo o zootecnico, cantieri edili);

L'eventuale interruttore differenziale del distributore di energia, installato sul gruppo di misura non deve in questo caso essere considerato.

Per ragioni di selettività è ammesso utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S (selettivo) in serie a dispositivi differenziali di tipo generale. Nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

5 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

La protezione dei conduttori attivi contro le sovracorrenti deve essere realizzata con l'impiego di dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione, quando si verifica un sovraccarico o un cortocircuito.

5.1 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO

I dispositivi di protezione devono interrompere le correnti di sovraccarico prima che si verifichi un riscaldamento tale da risultare nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture.

Tali dispositivi per assolvere alla protezione dal sovraccarico devono avere caratteristiche rispondenti alle seguenti condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito $[A]$

I_z = portata in regime permanente della conduttura $[A]$

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione o corrente di regolazione $[A]$

I_f = corrente di sicuro funzionamento del dispositivo entro un tempo convenzionale $[A]$

Nel caso di conduttori in parallelo per I_z si assume la somma delle portate dei singoli conduttori a condizione che siano disposti in modo da portare correnti praticamente uguali.

5.2 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

I dispositivi di protezione devono interrompere le correnti di cortocircuito prima che queste possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

Tali dispositivi per assolvere alla protezione contro i cortocircuiti devono avere caratteristiche rispondenti alle seguenti condizioni:

Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. E' ammesso un potere di interruzione inferiore solo se a monte è installato un dispositivo di protezione avente il necessario potere di interruzione. I due dispositivi devono essere opportunamente coordinati, mediante informazioni ottenute direttamente dai costruttori, in modo che l'energia passante non superi quella che può essere sopportata dal dispositivo a valle e dalle condutture protette dai dispositivi.

Le correnti di cortocircuito presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo tale da evitare che venga raggiunta la temperatura limite ammissibile per i conduttori. L'energia specifica passante durante il corto circuito deve mantenersi inferiore alla energia sopportabile dal conduttore per l'intera durata del cortocircuito. Dovrà quindi essere soddisfatta la seguente disequazione:

$$I^2 t \leq k^2 S^2$$

dove:

I = corrente effettiva di cortocircuito [A]

t = durata [s]

k = coefficiente caratteristico del tipo di cavo

S = sezione del conduttore [mm²]

6 AMBIENTI PARTICOLARI

6.1 IMPIANTI TERMICI ALIMENTATI A GAS

6.1.1 IMPIANTI TERMICI A GAS CON POTENZIALITA' SUPERIORE A 35 kW

I luoghi dotati di impianti a gas con potenzialità superiori a 35 kW (30 000 kcal/h), sono da classificarsi "luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas" ai quali si applicano:

- la norma EN60079-10 (CEI 31-30) per quanto riguarda la classificazione dei luoghi
- la norma EN60079-14 (CEI 31-33) per la progettazione e la realizzazione degli impianti elettrici.

Si evidenzia inoltre che essendo la portata termica, superiori a 35 kW (30000 kCal/h) l'impianto termico è soggetto al Decreto Ministeriale 12 aprile 1996 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi".

E' quindi necessaria una specifica classificazione delle zone pericolose nella quale vengono individuate le sorgenti di emissione, le zone pericolose in prossimità di tali sorgenti, il tipo, la forma e l'estensione delle stesse. Tale classificazione è contenuta nella documentazione di progetto, redatta sulla base di indicazioni standard, ma deve essere verificata in funzione delle apparecchiature effettivamente installate.

Per le modalità esecutive degli impianti elettrici in tali ambienti si rimanda alla norma CEI 31-33 citata.

6.2 LOCALI CONTENENTI BAGNI O DOCCE

Si rammentano le distanze di rispetto ed i particolari provvedimenti previsti dalla normativa vigente per l'installazione di componenti elettrici all'interno di locali contenenti bagni o docce.

In particolare si dovrà evitare l'installazione di componenti elettrici, nei 60 cm in pianta attorno al bordo esterno della vasca e della doccia, e nei 2,25 m in altezza a partire dal piatto doccia o dal fondo della vasca. Unica eccezione riguarda l'installazione di scaldacqua (aventi particolari caratteristiche) e di apparecchi fissi alimentati con circuiti SELV (a bassissima tensione di sicurezza).

La zona pericolosa così determinata potrà essere ridotta con la presenza di ripari fissi (muretto e/o box doccia con pareti fisse). La zona inoltre non si estende al di fuori del locale da bagno, attraverso le aperture munite di serramenti.

Al di fuori di tale zona non si prevede alcuna particolare limitazione per gli impianti e i componenti elettrici, se non per quanto riguarda il minimo grado di protezione contro la penetrazione dei liquidi, che non deve risultare inferiore all'IPX1, e la presenza, sui circuiti di alimentazione, di un dispositivo di protezione differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA (è sufficiente l'interruttore generale del quadro se rispondente a tale caratteristica).

Nel caso sia presente uno scaldacqua elettrico, in prossimità della vasca, all'interno della zona sopra indicata, se non sarà possibile spostarlo all'esterno, si dovrà provvedere ad alimentarlo mediante cavo multipolare e relativo passacavo con isolamento di classe II.

Si fa presente che gli scaldacqua ammessi in tale zona, devono comunque avere particolari caratteristiche, tra cui un grado di protezione non inferiore a IPX4. Questi particolari apparecchi risultano peraltro difficilmente reperibili in commercio. Sarà dunque **vietata**, nella maniera più assoluta l'installazione di scaldacqua all'interno della zona in oggetto che non rispondano a pieno alle caratteristiche richieste dalla normativa vigente.

In corrispondenza di vasca e doccia ma ad un'altezza superiore ai 2,25 m dal fondo e/o dal piatto, sarà installato un pulsante di chiamata a tirante, realizzato con circuito di tipo SELV (a bassissima tensione di sicurezza). Il circuito SELV, sarà alimentato da apposito trasformatore di sicurezza, 220V/12V, installato nel quadro generale. Dovrà avere condutture completamente separate da quelle degli altri circuiti e rispondere a tutte quelle particolari prescrizioni previste dalla normativa per tali sistemi.

6.2.1 IMPIANTI ELETTRICI IN LUOGHI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO

La norma CEI 64-8 Parte 7 raggruppa gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio nei tre tipi seguenti:

- ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose;
- ambienti a maggior rischio in caso d'incendio in quanto aventi strutture combustibili;
- ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito.

6.2.2 PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTI I GRUPPI DI AMBIENTI

I componenti elettrici devono limitarsi a quelli necessari all'uso dell'ambiente fatta eccezione per le condutture le quali possono anche transitare.

Lungo le vie d'uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili.

I dispositivi di manovra, controllo e protezione, negli ambienti in cui è consentito l'accesso al pubblico, devono essere posti in luoghi a disposizione del personale addetto oppure entro involucri apribili con chiave o attrezzo, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione.

I componenti elettrici sia in condizioni ordinarie che in situazioni di guasto non devono costituire pericolo di innesco e propagazione di incendio per i materiali adiacenti secondo quanto indicato nella sezione 422 della norma CEI 64-8. Inoltre i componenti elettrici applicati a vista, per i quali non esistono norme relative, devono essere resistenti alle prove previste nella sezione 422 della norma CEI 64-8 assumendo per la prova al filo incandescente 650°C anziché 550°C.

Gli apparecchi d'illuminazione devono essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati se combustibili ed in particolare per faretti e piccoli proiettori:

- Fino a 100 W 0.5 m
- Da 100 a 300W 0.8 m

- Da 300 a 500W 1 m.

E' vietato l'uso di conduttori PEN (sistema TN-C).

Le condutture elettriche che attraversano le vie di uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non devono essere a portata di mano.

I conduttori unipolari dei circuiti in c.a. devono essere disposti vicini in modo da evitare pericolosi riscaldamento per effetto induttivo delle parti metalliche adiacenti.

Le condutture dovranno essere realizzate in uno dei modi seguenti:

- a) Condotture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
- b) Condotture realizzate con cavi in tubi o canali metallici minimo IP4X;
- c) Condotture realizzate con cavo ad isolamento minerale;
- d) Condotture realizzate con cavo multipolare dotato di conduttore di protezione concentrico;
- e) Condotture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;
- f) Condotture realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;
- g) Condotture realizzate con cavi sprovvisti di conduttore di protezione contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione. La funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto nel canale stesso;
- h) Condotture realizzate con cavi unipolari o multipolari non provvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi o canali non metallici chiusi con grado di protezione almeno IP4X rispondenti a quanto indicato nella Sezione 422 della CEI 64-8 assumendo come temperatura per la prova al filo incandescente 850°C, anziché 650°C.
- i) Binari elettrificati e condotti sbarre;

I circuiti che entrano o attraversano l'ambiente devono essere protetti contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti da dispositivi posti a monte. Le condutture che attraversano l'ambiente ma non sono destinate all'alimentazione elettrica al suo interno non devono avere connessioni all'interno del luogo.

Per la protezione dei circuiti di tipo a), b), c), d), e), sono sufficienti le prescrizioni generali;

La protezione dei circuiti terminali di tipo f), g), h), i), con esclusione di quelli di sicurezza, se non racchiusi in involucri IP4X minimo, deve essere realizzata, oltre che con le prescrizioni generali, con uno dei seguenti modi:

- Con dispositivo a corrente differenziale I_{dn} non superiore a 0,3 A;

- Con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra ed interviene aprendo il circuito ogni volta che si manifesta un decadimento dell'isolamento.

La propagazione dell'incendio dovrà essere evitata in uno dei modi seguenti:

- impiegando cavi non propaganti la fiamma a norma CEI 20-35 se installati singolarmente, o distanziati, oppure se installati in tubi o canali con grado di protezione minimo IP4X.
- impiegando cavi non propaganti l'incendio a norma CEI 20-22 se installati in fascio;
- impiegando opportune barriere o sbarramenti;

Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio. Le barriere devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle dei solai o delle pareti in cui sono installate.

6.2.3 PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO PER L'ELEVATA DENSITA' DI AFFOLLAMENTO O PER L'ELEVATO TEMPO DI SFOLLAMENTO O PER L'ELEVATO DANNO AD ANIMALI E COSE

In caso i cavi costituenti le condutture siano raggruppati in quantità significative, si impiegheranno cavi aventi caratteristiche di bassa emissione di fumi e gas tossici.

7 IMPIANTO DI TERRA

7.1 *SISTEMA TT*

Il modo di collegamento a terra degli impianti alimentati direttamente in bassa tensione dall'Ente distributore dell'energia, costituisce in genere un sistema TT, che prevede una separazione tra l'impianto di terra delle masse (di proprietà dell'utente), e l'impianto di terra del neutro (a cura del Distributore di energia).

7.2 *COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI TERRA*

L'impianto di terra sarà costituito da:

- sistema disperdente interrato;
- conduttore di terra;
- nodo (o collettore) principale di terra;
- conduttori di protezione;
- collegamenti equipotenziali principali;
- collegamenti equipotenziali supplementari.

SISTEMA DISPERDENTE INTERRATO

Il dispersore di terra è costituito dal complesso di elementi disperdenti, siano essi:

- dispersori intenzionali, artificiali, orizzontali o verticali (picchetti, corda nuda, piastre ecc.);
- dispersori di fatto, naturali (ferri delle fondazioni in cemento armato, camicie metalliche di pozzi ecc.).

Non sono utilizzabili come dispersori di fatto le tubazioni metalliche dell'acquedotto pubblico salvo esplicita autorizzazione dell'ente gestore.

Il dispersore di terra sarà realizzato secondo le indicazioni dei documenti progettuali specifici.

I dispersori intenzionali devono essere conformi alle prescrizioni normative in particolare per le dimensioni minime, al fine di garantire la necessaria resistenza alla corrosione e alle sollecitazioni meccaniche.

I picchetti saranno uniti tra loro mediante corda nuda di rame di sezione non inferiore a 35 mm² formata da fili elementari di almeno 1,8 mm di diametro. La corda sarà posata direttamente nel terreno ad almeno 0,5 m di profondità. Tutte le derivazioni e le giunzioni saranno realizzate impiegando gli appositi morsetti a compressione al fine di evitare il rischio che parti di impianto risultino scollegate a causa di una giunzione allentata o mal realizzata.

I picchetti, se non diversamente indicato, potranno essere indistintamente di tipo a tubo, massiccio, o in profilato, e saranno infissi nel terreno all'interno di pozzetti di ispezione.

Quando viene realizzata una rete di cavidotti, il sistema disperdente sarà realizzato in corda di rame nuda interrata posta essenzialmente sotto i cavidotti stessi, e i picchetti saranno infissi nei pozzetti.

Nelle cabine elettriche verrà connessa all'impianto di terra una rete elettrosaldata annegata nel pavimento.

Quando possibile (e sempre per le nuove realizzazioni), i ferri delle fondazioni in cemento armato saranno collegati al dispersore mediante l'impiego di corda nuda di rame da 35 mm² di sezione.

CONDUTTORE DI TERRA

Il conduttore di terra collega il dispersore al nodo (o collettore di terra).

Se non diversamente indicato all'interno di documenti più specifici, il conduttore di terra potrà essere realizzato in uno dei seguenti modi:

- con corda nuda di rame interrata, costituita da fili elementari di almeno 1,8 mm di diametro. In questo caso il conduttore di terra svolge anche la funzione di

dispersore e deve quindi avere sezione e caratteristiche previste per i dispersori: 35 mm² se in rame, 50 mm² se in acciaio zincato.

- con conduttore isolato giallo/verde e sezione almeno uguale a metà di quella del conduttore di fase di maggior sezione presente nell'impianto con un minimo di 16 mm².

La sezione del conduttore di terra potrà essere ulteriormente ridotta a seguito di apposito calcolo di verifica, che, nel caso, dovrà essere allegato alla documentazione di impianto.

Per la realizzazione dello stacco del conduttore di terra dal dispersore verranno impiegati appositi morsetti. Si raccomanda di porre particolare cura a tale collegamento essenziale per la sicurezza dell'intero impianto elettrico.

NODO (O COLLETTORE) PRINCIPALE DI TERRA

Il collettore di terra sarà realizzato con barra di rame o di acciaio zincato, di dimensioni minime 30 mm x 3 mm (altezza X spessore). La lunghezza della barra potrà variare in base alla quantità di collegamenti in derivazione e/o alle dimensioni del sito in cui viene installata.

La barra sarà forata lungo tutta la lunghezza per consentire il collegamento dei vari conduttori dell'impianto di terra. Non è ammesso il collegamento di più di un conduttore di protezione ad uno stesso foro con unico bullone.

Dal collettore principale di terra verranno derivati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i collegamenti equipotenziali principali (tubazioni metalliche entranti nei fabbricati, grandi masse, eccetera).

In linea generale verrà realizzato un nodo principale in ciascun fabbricato, in corrispondenza dei principali quadri di distribuzione ed in prossimità delle utenze di maggiore potenza.

CONDUTTORE DI PROTEZIONE (PE)

Il conduttore di protezione verrà distribuito in formazione con il cavo di alimentazione, oppure sarà collegato al collettore principale di terra più vicino.

Si raccomanda la corretta ed attenta realizzazione del collegamento all'impianto di terra, tramite i conduttori di protezione, di tutte le masse dell'impianto elettrico, ossia dei componenti di classe 1 (non provvisti di doppio isolamento) e dei poli di terra delle prese a spina. La presenza di tale collegamento è essenziale per la sicurezza delle persone.

La sezione del conduttore di protezione dovrà essere la stessa del conduttore di fase che alimenta il circuito. Per conduttori di fase aventi sezione maggiore di 16 mm^2 , potranno essere impiegate sezioni pari a metà di quella dei conduttori di fase, con un minimo di 16 mm^2 . La sezione del conduttore PE potrà essere ulteriormente ridotta a seguito di apposito calcolo di verifica, che, nel caso, dovrà essere allegato alla documentazione di impianto.

COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

I conduttori equipotenziali principali collegano il nodo di terra alle tubazioni metalliche (generalmente di acqua e gas) entranti nei fabbricati ed alle eventuali masse estranee.

Salvo diversa indicazione, devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione con sezione più elevata presente nell'impianto, con un minimo di 6 mm^2 . In ogni caso per i conduttori equipotenziali in rame non è richiesta una sezione superiore a 25 mm^2 .

Per quanto concerne la tubazione dell'acquedotto, si raccomanda di eseguire i collegamenti equipotenziali nel punto più vicino all'ingresso delle tubazioni nel fabbricato, ma comunque a valle di eventuali contatori in quanto la tubazione a monte degli stessi resta di proprietà dell'ente distributore che solitamente non ne consente il collegamento agli impianti di terra.

Collegamenti equipotenziali supplementari verranno invece realizzati nei locali contenenti docce. In fase di allestimento di tali locali, verranno effettuati i collegamenti equipotenziali supplementari sulle tubazioni metalliche all'ingresso del locale (normalmente per adduzione acqua calda e fredda e riscaldamento). Non sono necessari ulteriori collegamenti a valle di detti punti.

I collegamenti equipotenziali supplementari verranno realizzati con conduttori di sezione $2,5 \text{ mm}^2$ se protetti con tubo, oppure 4 mm^2 se installati a vista o direttamente sotto intonaco o sotto pavimento. Saranno collegati al conduttore di protezione all'interno della cassetta di giunzione più vicina.

Per tutti i collegamenti equipotenziali, principali o supplementari, verranno impiegati conduttori isolati di colore giallo/verde, tipo FS17.

E' preferibile che i collegamenti equipotenziali siano visibili ed ispezionabili. Qualora ciò sia impossibile, dovranno essere scattate alcune fotografie per documentarne la presenza.

In ambienti umidi si dovranno adottare i provvedimenti integrativi previsti dalla norma per questi ambienti particolari.

Non dovranno essere connessi alla rete di terra scale metalliche, ringhiere, corrimano ed altre masse metalliche estranee all'impianto elettrico, salvo casi particolari esplicitamente richiamati.

8 IMPIANTO ILLUMINAZIONE DEGLI AMBIENTI

L'impianto di illuminazione prevede la realizzazione di punti luce sulle pareti o sui soffitti dei vari locali.

Se non diversamente indicato i punti luce verranno comandati mediante apparecchi di comando da installarsi a parete, in prossimità delle porte di accesso ai vari locali.

Gli apparecchi di comando saranno dei seguenti tipi:

- interruttori (per il comando di accensione e spegnimento da un solo punto);
- deviatori (per il comando di accensione e spegnimento da due punti);
- invertitori (per il comando di accensione e spegnimento da tre o più punti);
- relè e pulsanti, in alternativa agli invertitori, (per il comando di accensione e spegnimento da tre o più punti).

Gli apparecchi di comando, se di tipo unipolare, dovranno sempre essere inseriti sul conduttore di fase.

Salvo diversa indicazione sono compresi nella fornitura gli apparecchi di illuminazione di tipo industriale, mentre sono esclusi negli ambienti civili, ove si raccomanda di realizzare la protezione contro i contatti diretti, isolando le estremità libere dei conduttori.

Ad ogni punto luce dovrà essere portato anche il conduttore di protezione per il collegamento all'impianto di terra degli apparecchi di illuminazione con isolamento in CLASSE I. Qualora vengano installati apparecchi di classe II, tale conduttore verrà isolato e non collegato.

9 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

Al mancare dell'illuminazione ordinaria all'interno degli edifici sarà fornita una illuminazione ausiliaria generalmente indicata come "illuminazione di emergenza".

L'illuminazione di emergenza si divide in:

- Illuminazione di sicurezza, destinata all'individuazione e all'utilizzo in sicurezza dei mezzi di evacuazione;
- Illuminazione di riserva, che consente di continuare o terminare in sicurezza l'attività ordinaria.

Occorre inoltre prevedere la segnalazione di sicurezza delle vie di esodo e delle apparecchiature antincendio.

Le aree che devono essere dotate di impianto di illuminazione di sicurezza e/o di riserva sono individuate in documenti progettuali più specifici.

9.1 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

Secondo normative a livello internazionale in ambito CENELEC e CEN, l'illuminazione di sicurezza si divide ulteriormente in:

- Illuminazione di sicurezza per l'identificazione delle vie di esodo;
- Illuminazione di sicurezza antipanico;
- Illuminazione di sicurezza per luoghi con lavorazioni pericolose "aree ad alto rischio".

Le aree che devono essere dotate di impianto di illuminazione di sicurezza per l'identificazione delle vie di esodo, ovvero antipanico, o ancora per luoghi con lavorazioni pericolose sono individuate in documenti progettuali più specifici.

9.1.1 VIE DI ESODO

L'illuminazione di sicurezza lungo le vie di esodo deve garantire una sicura uscita dall'edificio attraverso le vie di fuga opportunamente segnalate e la pronta individuazione ed identificazione delle attrezzature antincendio e degli allarmi posizionati lungo le stesse.

Per garantire l'illuminazione di sicurezza verranno impiegati appositi gruppi composti da accumulatori ed inverter per l'alimentazione delle lampade, con commutazione automatica in caso di mancanza tensione di rete. Essi, secondo le indicazioni dei documenti progettuali specifici potranno essere contenuti in apparecchi autonomi appositamente concepiti, ovvero installati all'interno degli apparecchi di illuminazione ordinaria.

La disposizione degli apparecchi consentirà di garantire lungo tutto il percorso delle vie di esodo un livello di illuminazione non inferiore a 2 lx ed in prossimità delle uscite e delle scale un livello di illuminazione non inferiore a 5 lx. Il livello di illuminazione è inteso su un piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano di calpestio.

Apparecchi di illuminazione di sicurezza andranno posti lungo il percorso di evacuazione ed in particolare in corrispondenza dei seguenti punti obbligati:

- Uscite di emergenza;
- Scale (disposti in modo che ogni rampa sia illuminata direttamente);
- Cambi di livello del pavimento;
- Cambi di direzione dei corridoi;
- Diramazioni dei corridoi
- Pulsanti di allarme ed attrezzatura antincendio;
- All'esterno di ogni uscita;
- In prossimità della cassetta del pronto soccorso.

9.1.2 AREE ANTIPANICO

Le aree particolarmente ampie e quelle attraversate dalle vie di esodo necessitano di una illuminazione di sicurezza in grado di evitare l'insorgere del panico. Occorrere garantire un illuminamento minimo di 2 lux.

Gli apparecchi destinati ad evitare l'insorgere del panico e quelli destinati all'illuminazione delle vie di esodo non devono necessariamente essere distinti. Un unico apparecchio può quindi assolvere ad entrambe le funzioni.

9.2 ILLUMINAZIONE DI RISERVA

L'Illuminazione di riserva è intesa come quella parte di illuminazione di emergenza che consente di continuare o terminare in sicurezza l'attività ordinaria.

Le modalità per garantire tale illuminazione sono specificamente trattate in altri documenti dettagliati.

9.3 SEGNALAZIONE DI SICUREZZA

La via di fuga ottimale deve essere inequivocabilmente segnalata a mezzo di segnali costituiti da pittogrammi con disegni bianchi su fondo verde rispondenti al formato previsto dalle norme UNI 7546 e dalla direttive CEE 92/58.

Apparecchi per la segnalazione delle vie di fuga dovranno essere posti almeno in corrispondenza dei seguenti punti obbligati:

- Uscite di emergenza;
- Scale;
- Cambi di direzione dei corridoi;
- Direzioni dei corridoi
- Pulsanti di allarme ed attrezzatura antincendio;
- All'esterno di ogni uscita;
- In prossimità della cassetta del pronto soccorso.

Nel disporre gli apparecchi per la segnalazione di sicurezza si dovrà inoltre tener conto della massima distanza di visibilità di ciascun segnale interponendone eventualmente degli altri.

Gli apparecchi per segnalazione saranno di tipo autonomo completi di gruppo accumulatore/inverter.

10 IMPIANTO PRESE A SPINA

10.1 AMBIENTI CIVILI

L'impianto prese a spina, all'interno degli ambienti civili, prevede l'impiego di prese per uso domestico e similare, lungo le pareti dei locali, e dove indicato dalle planimetrie di progetto.

Sarà ammesso l'impiego dei seguenti tipi:

- 2P+T 10A a poli allineati, con alveoli schermati;
- 2P+T 16A a poli allineati, con alveoli schermati;
- 2P+T 10/16A a poli allineati, con alveoli schermati a ricettività multipla;
- 2P+T 10/16A P30 con terra laterale e centrale ed alveoli schermati;
- 2P+T 16A con terra laterale tipo schuko;

Per una migliore praticità d'utilizzo, si raccomanda l'impiego dei tipi più versatili ed in particolare:

- per la quasi totalità dell'impianto saranno impiegate prese a ricettività multipla a poli allineati, con alveoli schermati del tipo comunemente detto "bipasso" (2P+T 10/16A).
- dove si prevede l'installazione di elettrodomestici, o computers, verranno invece impiegate prese a spina tipo P30, con terra laterale e centrale ed alveoli schermati (2P+T 10/16A P30).

L'asse d'inserzione deve inoltre trovarsi ad un'altezza non inferiore ai 17,5 cm dal piano di calpestio, se la presa è installata a parete, e a non meno di 7 cm se installata su canali a battiscopa. L'asse d'inserzione dovrà essere orizzontale o prossimo all'orizzontale.

Non dovranno essere eseguite connessioni all'interno di scatole porta-apparecchi. Saranno ammessi entra-esce tra prese a spina di una stessa scatola porta-apparecchi solo se le prese saranno dotate di appositi doppi morsetti.

10.2 VANI TECNOLOGICI - AMBIENTI INDUSTRIALI

All'interno di vani tecnici di edifici civili, o ambienti industriali è previsto l'impiego di prese a spina per uso industriale (prese CEE).

Queste saranno installate lungo le pareti dei locali, e dove indicato dalle planimetrie di progetto.

Sarà ammesso l'impiego dei seguenti tipi:

- 2P 24V 16A con trasformatore di sicurezza (colore viola)
- 2P+T 230V 16A
- 2P+T 230V 32A
- 2P+T 230V 63A
- 3P+T 400V 16A
- 3P+T 400V 32A
- 3P+T 400V 63A
- 3P+N+T 400V 16A
- 3P+N+T 400V 32A
- 3P+N+T 400V 63A

Se non diversamente indicato si prevede l'utilizzo unicamente di prese dotate di interruttore di interblocco e fusibili, con corrente nominale non superiore alla corrente nominale della presa stessa. In alternativa ai fusibili potrà essere installato un interruttore magnetotermico.

Qualora prescritto l'impiego di gruppi prese, questo sarà costituito da due o più prese dei tipi sopra elencati montate affiancate, su una base comune. In questo caso l'alimentazione alle diverse prese deve essere derivata da una apposita morsettiera posta in una cassetta fissata alla base comune. Non dovranno essere eseguiti cavallotti o derivazioni sui morsetti delle prese. Dovrà essere installato un interruttore magnetotermico per proteggere dal sovraccarico la derivazione dalla linea dorsale.

Quando l'alimentazione di una presa o di un gruppo di prese è derivata da una linea di distribuzione comune a più prese di sezione maggiore della derivazione (o da un condotto sbarre), occorre proteggere la derivazione medesima da sovraccarico e corto circuito. La protezione da sovraccarico sarà realizzata dall'interruttore magnetotermico installato nel gruppo prese, come sopra descritto. La protezione dal cortocircuito sarà garantita mediante fusibili da installarsi all'inizio della derivazione, di taglia maggiore a quella dell'interruttore.

Nel collegare le prese trifase occorre prestare particolare attenzione a mantenere costante il senso ciclico delle fasi, in modo da evitare che lo stesso motore alimentato da prese a spina diverse inverta il senso di marcia.

Prese a spina per uso domestico e similare potranno essere impiegate in ambienti industriali solo per piccole apparecchiature, posizionate al riparo dal rischio di urti o vibrazioni.

11 IMPIANTI AUSILIARI

11.1 IMPIANTO TELEFONICO

Per l'allacciamento alla rete telefonica esterna si dovranno prendere preventivi accordi direttamente con l'Ente di distribuzione della telefonia.

Dalla sede stradale al fabbricato, salvo diverse indicazioni fornite direttamente dal Distributore, si dovrà posare un tubo in pvc pesante di diametro non inferiore a 125 mm, con le stesse modalità descritte nel paragrafo relativo alla posa delle condutture interrate.

11.2 IMPIANTO VIDEOCITOFONICO O CITOFONICO

L'impianto videocitofonico o citofonico è costituito da una o più pulsantiere esterne, in prossimità del cancello e/o del portone d'ingresso, e dai posti interni.

L'alimentazione dovrà avvenire con alimentatore dotato di trasformatore di sicurezza costruito secondo la norma CEI 14-6.

La realizzazione dell'intero impianto dovrà essere tale da conseguire un circuito tipo SELV, a bassissima tensione di sicurezza. Dovrà avere condutture completamente separate da quelle degli altri circuiti e rispondere a tutte quelle particolari prescrizioni previste dalla normativa per tali circuiti.

Le masse dell'impianto video/citofonico realizzato secondo quanto previsto per i circuiti SELV **NON** devono essere intenzionalmente collegate a terra.

11.2.1 POSTI INTERNI

Il posto interno potrà essere di tipo:

- a parete;
- da scrivania.

Per i posti interni a parete si raccomanda un'altezza dal pavimento compresa tra 75 e 140 cm.

I posti interni dovranno essere dotati di pulsante per l'apertura del cancello e/o portone, e di ronzatore di segnalazione.

L'impianto video/citofonico dovrà risultare completamente separato sia dagli impianti di energia (luce/prese) che da altri impianti ausiliari, anche se a bassa tensione (telefoni, TV, ecc.), pertanto verranno impiegate tubazioni e cassette distinte.

12 CONDUTTURE

Per conduttura si intende l'insieme dei conduttori elettrici e di quegli elementi che ne assicurano l'isolamento, il supporto, la protezione meccanica ed il fissaggio.

Cavi, tubi protettivi, guaine flessibili, scatole e cassette, concorrono quindi a realizzare le condutture.

12.1 TIPO DI CAVI AMMESSI

Per la realizzazione dei circuiti di energia potranno essere impiegati i seguenti tipi di cavo:

- Posa all'interno e/o all'esterno (esclusa posa interrata direttamente o in cavidotti):
 - FS17: cavo unipolare isolato in pvc conforme al regolamento CPR Cca-s3,d1,a3 a norme CEI 20-14 CEI UNEL 35716-35016 CEI EN 50525 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 ;
- Posa all'interno e/o all'esterno, (inclusa posa interrata):
 - FG16(O)R16 0,6/1 kV: cavo multipolare, conforme al regolamento CPR Cca-s3,d1,a3- isolato in HEPR di qualità G16, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina termoplastica tipo R16, a norme CEI 20-13 IEC 60502-1 CEI UNEL 35318-35322-35016 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016
 - FG16(O)M16 0,6/1 kV: cavo multipolare, conforme al regolamento CPR Cca-s1b,d1,a1- isolato in HEPR di qualità G16, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina termoplastica LSZH, qualità M16, a norme CEI 20-13 CEI 20-38 pqa IEC 60502-1 CEI UNEL 35322 -35328-35016 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016;
 - FG16(O)H2R16 0,6/1 kV: cavo per energia o segnalazione conforme al regolamento CPR Cca-s3,d1,a3, isolato in HEPR qualità G16. Guainetta in PVC+materiale non fibroso e non igroscopico. Schermo costituito da treccia di fili di rame rosso. Guaina in mescola termoplastica tipo R16. A norme CEI 20-13 IEC 60502-1 CEI UNEL 35318-35322-35016 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016
 - FTG10(O)M1 0,6/1 kV: Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5. Barriera antifuoco in mica. Isolamento con mescola elastomerica G10. Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico Guaina termoplastica qualità M1, a norme CEI 20-45 CEI EN 60332-3-24 (CEI 20-22 III) CEI EN 60332-1-2 CEI EN 50267-2-1 CEI EN 61034-2 CEI 20-37/4-0 CEI EN 50200 CEI EN 50362 CEI 20-36/4-0 CEI 20-36/5-0

12.2 SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI

Le sezioni dei conduttori sono riportate nei documenti progettuali (schemi dei quadri elettrici, elenco cavi eccetera).

In ogni caso, dovranno essere rispettate le sezioni minime dei conduttori di fase nei circuiti a c.a. e dei conduttori attivi nei circuiti a c.c. riportate nella seguente tabella.

Tipo di conduttura	Uso del circuito	Conduttore	
		Materiale	Sezione minima [mm ²]
Condutture fisse con cavi (con e senza guaina)	Circuiti di potenza	Cu	1,5 illuminazione 2,5 energia
	Circuiti ausiliari di comando		1,5
	Circuiti di segnalazione (strumenti)		1,5
Condutture mobili o fisse con cavi flessibili (con e senza guaina)	Caso generale	Cu	0,75
	Per un apparecchio utilizzatore specifico		Come specificato nella corrispondente Norma CEI o secondo indicazioni del costruttore
	Per apparecchiature elettroniche (ad esempio rete di PLC o PC)		Come specificato nella corrispondente Norma CEI o secondo indicazioni del costruttore
	Circuiti a bassissima tensione per applicazioni speciali		0,75

Nei circuiti di segnalazione e di comando di interconnessione tra apparecchiature elettroniche è ammessa una sezione minima di 0,1 mm² solo se prevista dal costruttore e realizzata con specifiche connessioni,

La sezione dell'eventuale conduttore di neutro

- dovrà essere la stessa del conduttore di fase che alimenta il circuito:
 - nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione del conduttore di fase;
 - nei circuiti polifasi quando la sezione di fase sia inferiore od uguale a 16 mm².
- potrà essere pari a metà di quella del conduttore di fase (con il minimo di 16 mm²) in circuiti polifase in cui i conduttori di fase hanno sezioni maggiori di 16 mm². La riduzione della sezione del conduttore neutro sarà consentita solo quando il carico sia pressoché equilibrato e quando la corrente massima, comprese eventuali armoniche, del conduttore di neutro non sia superiore alla corrente ammissibile per la sezione ridotta.

12.3 COLORI DISTINTIVI

Dovranno essere rispettati i colori distintivi richiesti dalla normativa per gli isolamenti dei conduttori, ed in particolare:

- Il colore bicolore giallo/verde per i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali;
- Il colore blu chiaro per il conduttore di neutro;
- Per i circuiti di distribuzione si raccomanda l'utilizzo dei colori nero, marrone, grigio.

In deroga a quanto sopra, in un cavo multipolare, in assenza del conduttore di neutro e quando ciò non dia adito a dubbi, l'anima di colore blu chiaro potrà essere usata come conduttore di fase.

Per nessuna ragione sarà ammesso l'impiego di conduttori giallo-verdi per usi diversi da conduttore di protezione. Nemmeno si ammette l'impiego di nastro isolante applicato ai conduttori al fine di cambiarne la colorazione originale.

Per i circuiti SELV, a bassissima tensione di sicurezza, si raccomanda l'impiego di colori diversi dagli altri circuiti presenti nell'impianto.

Si prescrive l'uso di un codice colori per individuare la funzione svolta dai vari circuiti (ad esempio rosso per circuiti a 110 V, bianco per circuiti a 24 V, viola per circuiti SELV eccetera). A tale scopo possono essere impiegati tutti i colori previsti: nero, marrone, grigio, arancione, bianco, rosa, rosso, viola, violetto.

12.4 POSA DELLE CONDUTTURE

Dovrà essere garantita la completa separazione tra:

- circuiti di energia, e di comando e controllo in corrente alternata;
- circuiti di segnale, circuiti citofonici, circuiti telefonici; circuiti d'allarme.

La separazione verrà realizzata impiegando in parallelo sullo stesso percorso un adeguato numero di tubi interrati e pozzetti, passerelle, canali, tubi protettivi, cassette e scatole.

Si ammettono i seguenti tipo di posa:

- Posa interrata;
- Posa in vista;
- Posa incassata (sotto pavimento, sotto traccia, a parete o soffitto).

12.4.1 RACCOMANDAZIONI PER LA POSA DEI CAVI

Durante le operazioni di posa dei cavi, la temperatura dei cavi stessi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo durante il quale essi possono venire piegati o raddrizzati non deve essere inferiore a 5 °C (limite riferito ai cavi e non all'ambiente). Se quindi i cavi sono stati a lungo a bassa temperatura, essi dovranno essere lasciati per un congruo numero di ore in un ambiente a temperatura sensibilmente superiore a 5 °C, e

posati entro un tempo tale che la temperatura della guaina non scenda sotto detto valore.

Si raccomanda di rispettare i raggi minimi di curvatura prescritti dal costruttore (indicativamente pari ad almeno 6 volte il diametro del cavo), e gli sforzi massimi di tiro (non superare i 50 N per ogni mmq di sezione totale del rame).

12.4.2 POSA INTERRATA

Si ammette la posa entro una rete di cavidotti intervallati da appositi pozzetti.

In corrispondenza delle estremità della conduttura interrata e dei cambi di direzione dovranno essere predisposti appositi pozzetti di ispezione con fondo perpendente.

I pozzetti dovranno avere dimensioni tali da permettere l'infilaggio dei cavi rispettando il raggio minimo di curvatura ammesso dal costruttore del cavo stesso.

Dovranno inoltre essere dotati di robusto chiusino carrabile ove necessario.

Le derivazioni e/o giunzioni all'interno di pozzetti interrati sono ammesse solo in casi eccezionali, e previa autorizzazione della DL. Esse dovranno essere eseguite impiegando idonei materiali appositamente concepiti per tale impiego (giunti a resina colata, "muffole", nastrature autoagglomeranti, tubi termorestringenti ecc.), e non in modo "artigianale", al fine di ripristinare il dovuto isolamento. Dovrà essere garantito un grado di protezione non inferiore a IP 57.

Nei parallelismi tra tubazioni metalliche (non elettriche) e tubi protettivi metallici e/o isolanti per impianti elettrici, la distanza tra le tubazioni non deve essere minore di 0,3 m.

Negli incroci tra le condotte del gas di 4^a e 5^a specie e tubi protettivi metallici e/o isolanti per impianti elettrici, la distanza tra le tubazioni non deve essere minore di 0,5 m. È permesso ridurre tale distanza interponendo, fra la condotta del gas e la tubazione elettrica, diaframmi continui in materiale non metallico, ad esempio lastre di calcestruzzo. Tali diaframmi devono essere prolungati in tutte le direzioni orizzontali dell'incrocio per almeno 1 m.

La posa dei cavi direttamente a contatto del terreno non è ammessa salvo esplicita indicazione contraria, ed in via eccezionale.

I cavi direttamente interrati, o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente, saranno interrati ad una profondità non inferiore a 0,5 m. La conduttura sarà inoltre protetta meccanicamente con lastra o tegolo lungo l'intera lunghezza. La protezione meccanica potrà essere evitata se si impiegheranno tubi protettivi idonei a resistere ai più comuni attrezzi manuali di scavo, piccone compreso (ad esempio tubi metallici). In tal caso è anche permessa una profondità di posa minore di 0,5 m dal piano calpestabile. L'indicazione della profondità di posa verrà eventualmente fornita all'interno di documenti più specifici elencati nella premessa.

12.4.3 POSA IN VISTA

E' ammessa la posa in vista entro:

- Tubi protettivi in materiale isolante o metallico
- Canali e passerelle

La posa a vista deve essere impiegata dove indicato nei documenti progettuali, ed in particolare in ambienti chiusi di tipo industriale (capannoni, magazzini, locali interrati, centrali termiche e simili) o all'esterno.

TUBI PROTETTIVI IN MATERIALE ISOLANTE

Per la posa in vista dovranno essere impiegati tubi protettivi rigidi, in materiale isolante, di tipo pesante.

La scelta e la posa dei tubi protettivi dovrà garantire un agevole infilaggio dei cavi ed essere accurata anche esteticamente.

Si raccomanda l'impiego di tubi di diametro esterno almeno 20 mm. In ogni caso non saranno ammessi tubi con diametro inferiore a 16 mm.

E' ammesso l'impiego di curve stampate a corpo unico mentre non sono ammessi raccordi per derivazioni a T o pezzi speciali composti di più parti.

Per la connessione finale all'utilizzatore e per raccordi curvi particolari si impiegheranno guaine flessibili di tipo spiralato, con appositi raccordi guaina-tubo o guaina-scatola.

L'ingresso dei tubi protettivi in cassette o quadri elettrici deve essere eseguito con l'impiego di appositi raccordi o adattatori.

Quando espressamente indicato in documenti di progetto più specifici i tubi potranno essere impiegati unicamente a sostegno dei cavi nei tratti rettilinei. Le curve saranno in tal caso lasciate aperte con cavo in vista senza alcuna protezione. Condizioni indispensabili per una tale esecuzione saranno:

presenza di un solo cavo con guaina per ciascun tubo;

ingresso nelle custodie con appositi pressacavi atti a conferire l'adeguato grado di protezione.

Le dimensioni delle tubazioni devono essere tali da consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei cavi. A tal fine il diametro interno dei tubi protettivi si deve scegliere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi (i tubi) sono destinati a contenere.

I tubi verranno fissati a parete o a plafone con adatti sostegni posti fra loro ad una distanza massima di 50 cm. Tali sostegni, in materiale plastico, si devono fissare alla

struttura con tasselli ad espansione o tecniche simili. Non è ammesso l'impiego di chiodi a sparo.

Il tipo, il dimensionamento e le ubicazioni delle cassette rompitratta deve essere scelto in modo tale che il raggio di curvatura dei cavi in esse transitanti non sia inferiore a quello prescritto dal costruttore del cavo stesso.

Le cassette di derivazione impiegate negli impianti a vista devono:

- essere complete di morsettiere di tipo componibile su guida DIN di sezione e dimensione adeguata ai conduttori che vi fanno capo

- avere un grado di protezione adeguato alla loro ubicazione, con imbocchi ad invito per le tubazioni, con pressacavi o passacavi

Sul corpo e sul coperchio di tutte le cassette e scatole deve essere applicato un contrassegno per indicare l'impianto di appartenenza.

Il raggio di curvatura dei tubi dovrà garantire un agevole infilaggio ed essere superiore a quello dei cavi in esso infilati. Si considera adeguato un raggio di curvatura pari ad almeno tre volte il diametro esterno dei tubi.

Il tratto di condotta compreso tra due apparecchiature deve avere un numero di curve tali per cui la somma, in gradi sessagesimali, degli angoli piani delle curve non deve superare i 180° (per esempio due curve da 90°).

Il grado di protezione complessivo ottenuto non dovrà essere inferiore a quello previsto dal progetto.

Dovrà essere evitata la posa di tubi protettivi in prossimità di condutture contenenti fluidi ad elevata temperatura; inoltre non è ammesso ammararsi a tubazioni, canali o ad altre installazioni impiantistiche.

La posa dei tubi protettivi non dovrà limitare le operazioni di manutenzione su altri impianti.

TUBI PROTETTIVI IN MATERIALE METALLICO

Saranno impiegati tubi protettivi rigidi, in materiale metallico.

La scelta e la posa dei tubi protettivi dovrà garantire un agevole infilaggio dei cavi ed essere accurata anche esteticamente.

Si raccomanda l'impiego di tubi di diametro esterno almeno 20 mm. In ogni caso non saranno ammessi tubi con diametro inferiore a 16 mm.

E' ammesso l'impiego di curve stampate a corpo unico mentre non sono ammessi raccordi per derivazioni a T o pezzi speciali composti di più parti. Le curve potranno avere coperchio frontale per facilitare l'introduzione, lo scorrimento e l'ispezione dei cavi. Il coperchio sarà dotato di apposita guarnizione a garanzia del grado di protezione.

Per la connessione finale all'utilizzatore e per raccordi curvi particolari si impiegheranno guaine flessibili di tipo spiralato, con appositi raccordi guaina-tubo o guaina-scatola.

L'ingresso dei tubi protettivi in cassette o quadri elettrici deve essere eseguito con l'impiego di appositi raccordi o adattatori.

Quando espressamente indicato in documenti di progetto più specifici i tubi potranno essere impiegati unicamente a sostegno dei cavi nei tratti rettilinei. Le curve saranno in tal caso lasciate aperte con cavo in vista senza alcuna protezione. Condizioni indispensabili per una tale esecuzione saranno:

- presenza di un solo cavo con guaina per ciascun tubo;

- ingresso nelle custodie con appositi pressacavi atti a conferire l'adeguato grado di protezione.

Le dimensioni delle tubazioni devono essere tali da consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei cavi. A tal fine il diametro interno dei tubi protettivi si deve scegliere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi (i tubi) sono destinati a contenere.

I tubi verranno fissati a parete o a plafone con adatti sostegni posti fra loro ad una distanza massima di 80 cm. Tali sostegni, in materiale plastico, si devono fissare alla struttura con tasselli ad espansione o tecniche similari. Non è ammesso l'impiego di chiodi a sparo.

Il tipo, il dimensionamento e le ubicazioni delle cassette rompitratta deve essere scelto in modo tale che il raggio di curvatura dei cavi in esse transitanti non sia inferiore a quello prescritto dal costruttore del cavo stesso.

Le cassette di derivazione impiegate negli impianti a vista devono:

- avere un grado di protezione adeguato alla loro ubicazione, con imbobbi ad invito per le tubazioni, con pressacavi o passacavi

- essere provviste di morsetto di messa a terra

Sul corpo e sul coperchio di tutte le cassette e scatole deve essere applicato un contrassegno per indicare l'impianto di appartenenza.

CANALI

Dove espressamente indicato in documenti più specifici, la posa in vista potrà essere realizzata con l'impiego di appositi canali, ossia di involucri chiusi con coperchio che assicurano la protezione meccanica dei cavi e ne consentono la posa senza tiro.

Salvo diversa indicazione, la separazione tra circuiti di energia e circuiti di segnale dovrà essere realizzata mediante posa in canali separati. In casi particolari, per mantenere la separazione, possono essere impiegati appositi setti separatori. In alternativa dovrà essere posato all'interno del canale un tubo protettivo o un ulteriore canale di dimensioni ridotte.

La sezione occupata dai cavi di energia, non deve superare il 50% della sezione utile del canale.

Le considerazioni di cui sopra valgono anche per canali installabili a battiscopa, dove se ne prevede l'impiego.

PASSERELLE

Dove indicato all'interno di documenti più specifici, la posa in vista potrà essere realizzata con l'impiego di apposite passerelle, costituite da una serie continua di elementi per il supporto dei cavi.

Salvo diverse indicazioni, dovranno essere impiegati i seguenti tipi di passerelle:

- in acciaio zincato, perforate, senza coperchio, all'interno dei locali industriali
- in acciaio zincato, perforate, con coperchio, all'esterno
- del tipo "a scala" o "a traversini" nelle cabine elettriche, ed in generale dove si abbia un elevato numero di cavi di rilevante sezione, in quanto tali passerelle agevolano la circolazione dell'aria, ma sono poco adatte a sostenere cavi piccoli
- in vetroresina nei locali disidratazione degli impianti di depurazione ed in ambienti con presenza di agenti aggressivi nei confronti della lamiera zincata

Non sono ammesse passerelle in PVC.

Nei tratti verticali (con esclusione dei montanti nei cavedi tecnici) le passerelle saranno dotate di coperchio fissato con viti.

Derivazioni, curve, raccordi, cambi di direzione o di quota e simili dovranno essere realizzati mediante l'impiego di pezzi speciali.

Salvo diversa indicazione, la separazione tra circuiti di energia e circuiti di segnale dovrà essere realizzata mediante posa in passerelle separate. In casi particolari, per mantenere la separazione, possono essere impiegati appositi setti separatori. In alternativa dovrà essere posato all'interno della passerella un tubo protettivo o un'ulteriore passerella di dimensioni ridotte.

Non è ammessa la posa in passerella di cavi che non abbiano un isolamento equivalente alla classe II, salvo indicazione contraria in casi particolari; in tal caso si dovrà provvedere al collegamento della passerella al conduttore di protezione.

12.4.4 POSA INCASSATA (sotto pavimento, sotto traccia, a parete o soffitto)

La posa incassata viene impiegata negli ambienti civili, ed in generale quando indicato nei documenti progettuali specifici.

Per la posa incassata dovranno essere impiegati tubi protettivi flessibili, in materiale isolante a norme CEI 23-14.

Per la posa sotto pavimento si impiegheranno soltanto tubi protettivi di tipo pesante (sigla "P"), mentre per la posa sottotraccia, a parete e/o a soffitto potranno essere utilizzati anche tubi di tipo leggero (sigla "L"). Non è però ammessa la giunzione dei tubi tra loro nel passaggio tra parete e pavimento.

Si prescrive l'uso di un codice colori per individuare la destinazione dei circuiti contenuti (energia - sempre in tubi neri-, telefono, citofono, rete dati, eccetera).

Le dimensioni delle tubazioni devono essere tali da consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei cavi. A tal fine il diametro interno dei tubi protettivi si deve scegliere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi (i tubi) sono destinati a contenere.

Si raccomanda l'impiego di tubi di diametro esterno almeno 20 mm. In ogni caso non saranno ammessi tubi con diametro inferiore a 16 mm.

I tubi protettivi installati nelle pareti dovranno avere percorso orizzontale o verticale, e comunque parallelo allo spigolo della parete, mai in diagonale.

Nel caso di condutture da realizzarsi sotto pavimento, il percorso potrà invece seguire qualsiasi direzione.

Il raggio di curvatura dei tubi dovrà essere tale da non danneggiare i cavi in essi contenuti nemmeno durante le operazioni di infilaggio e sfilaggio. Si considera adeguato un raggio di curvatura pari ad almeno tre volte il diametro esterno dei tubi.

Dovrà essere evitata la posa di tubi protettivi in prossimità di condutture contenenti fluidi ad elevata temperatura.

12.5 CONNESSIONI

Le connessioni, giunzioni e/o derivazioni, devono essere eseguite all'interno di apposite cassette dotate di coperchi. Non sono ammessi coperchi ancorati con graffette. Le giunzioni e i cavi all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno delle stesse.

Le connessioni verranno eseguite con l'impiego di appositi dispositivi di connessione (morsetti) con grado di protezione minimo IPXXB (non accessibili al dito di prova).

Sono assolutamente vietate giunzioni o derivazioni a mezzo di attorcigliamento dei conduttori e nastratura isolante. Si dovrà prestare particolare attenzione a non ridurre la sezione dei conduttori e a non lasciare parti conduttrici scoperte.

Non sono ammesse derivazioni volanti all'interno di tubi, canali, passerelle o simili, o all'interno di scatole porta-apparecchi.

13 QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE

Si distinguono i seguenti tipi di quadri elettrici:

- Quadri di distribuzione dell'energia: tipicamente in cabina di trasformazione, alimentano, a valle, altri quadri elettrici.
- Quadri di alimentazione delle utenze: alimentano le utenze elettriche, i circuiti terminali di distribuzione della forza motrice, i quadri a bordo macchina
- Centralini di distribuzione per impianti di illuminazione e di forza motrice dei fabbricati
- Quadri a bordo macchina e/o di impianti cosiddetti "package"

Non si esclude però che un unico quadro possa svolgere funzioni miste tra quelle sopra elencate. Ciò non è però ammesso per i quadri di macchina.

I quadri di distribuzione potranno essere realizzati in conformità alla norma CEI 23-51, se essi sono:

- per installazione fissa
- per "uso domestico e similare" nel senso precisato dalla medesima norma
- con correnti nominali inferiori a 125 A
- installati in punti dove la corrente di cortocircuito presunta non supera i 10 kA, o protetti da dispositivi limitatori che non consentono valori di corrente di cortocircuito di picco superiori a 15 kA
- installati in ambienti in cui la temperatura media non è superiore a 25°C (max 35°C occasionale).

In tutti gli altri casi (con l'unica eccezione dei quadri a bordo macchina) i quadri dovranno essere conformi alle Norme CEI 17-113 riguardanti le "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)".

I quadri elettrici devono essere dotati di targa indelebile riportante i principali dati tecnici prescritti dalla norma di riferimento.

Per ciascun quadro il costruttore dovrà rilasciare la documentazione tecnica prevista dalla norma di riferimento, e ciò anche qualora il quadro sia costruito dalla impresa che realizza gli impianti.

I quadri dovranno realizzare gli schemi circuitali in conformità ai dati di progetto.

14 COLLAUDI E DOCUMENTAZIONE

Saranno effettuati collaudi in fabbrica per quadri ed altre apparecchiature, e collaudi dell'impianto in opera.

Le modalità per i collaudi delle apparecchiature in fabbrica e/o in opera sono riportate nelle specifiche tecniche delle apparecchiature stesse. In mancanza di tali indicazioni, si procederà alle prove previste da vigenti leggi norme, ovvero si concorderanno le prove secondo le consuetudini o secondo lo standard del costruttore.

In opera verranno eseguite le verifiche previste dalle norme vigenti.

Le attrezzature ed il personale per l'effettuazione delle verifiche saranno a cura e carico dell'impresa appaltatrice.

E' naturalmente prescritta l'emissione della dichiarazione di conformità degli impianti alle regole dell'arte ed alle norme vigenti, secondo le prescrizioni del D.M. 37/08 e successive modifiche ed integrazioni. Tale dichiarazione di conformità dovrà essere completa degli allegati di legge.

Si rammenta che ai sensi del DPR 462/01 la dichiarazione di conformità ex D.M. 37/08 ha valore di omologazione dell'impianto di terra. Ai sensi dell'art. 2 del citato DPR, la dichiarazione di conformità deve essere trasmessa dalla stazione appaltante all'INAIL ed all'ARPA o ASL competenti entro 30 giorni dalla messa in servizio degli impianti; ne deriva l'obbligo di rilasciare tale dichiarazione in tempo utile per il rispetto della scadenza indicata.

E' altresì prescritta l'emissione della documentazione finale di impianto come indicato alla guida CEI 0-2 seconda edizione del 09/2002, e di un aggiornamento al costruito della documentazione di progetto.

Dovrà essere fornita una documentazione delle forniture e degli impianti, secondo le prescrizioni contenute nei documenti progettuali dettagliati.

Per le opere non ispezionabili a fine lavori (ad esempio cavidotti, rete di terra, connessioni equipotenziali, messa a terra dei ferri di armatura) si fa obbligo, nel corso dei lavori, di effettuare riprese fotografiche delle lavorazioni da allegare alla documentazione finale.

Qualora in corso d'opera gli impianti siano stati variati, sussiste l'obbligo di redigere un aggiornamento del progetto degli impianti stessi. Tale obbligo è verrà espletato a cura ed onere dell'impresa appaltatrice.

15 CAMPIONATURE

L'impresa appaltatrice dovrà proporre alla Direzione Lavori i materiali che intende fornire, rendendo disponibile la documentazione tecnica relativa, materiale informativo e, quando opportuno, una adeguata campionatura.

I materiali proposti dovranno, in ogni caso, soddisfare le caratteristiche tecniche minime prescritte.

La Direzione Lavori, nei limiti previsti dai documenti contrattuali, esprimerà il proprio gradimento sulle campionature proposte, ovvero chiederà che vengano indicati altri materiali.

L'approvazione, da parte della DL, di un determinato materiale non esonera l'impresa appaltatrice dalla responsabilità della scelta, e dalla garanzia prestazionale e qualitativa.