

# MANUTENZIONE STRAORDINARIA

## ex Scuola Materna in Via Cesare Battisti 43 a Roncolevà

Proprietà: Comune di Trevenzuolo



### PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

PROGETTO ARCHITETTONICO	DIREZIONE LAVORI	COORDINAMENTO SICUREZZA
<b>FRUSTOLI &amp; SOARDO</b> <b>ARCHITETTI ASSOCIATI</b>  via Col. Fasoli, 9 - 37135 VERONA - tel. 0452022683 - E-Mail: frustoli.soardo@gmail.com  Arch. Francesco Soardo		
PROGETTO e DIREZIONE LAVORI per INTERVENTI LOCALI di MIGLIORAMENTO SISMICO  <b>DR. MATTIA N. SARTORI</b> INGEGNERE  via Prato Santo 34/A - 37126 VERONA Tel 045/914085 - Fax 045/914605 E-mail: mattiasartori@studiosartori.com		
PROGETTO e D. L. IMPIANTI TERMO - MECCANICI MIGLIORAMENTO ENERGETICO EDIFICIO  <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <b>TeKnoStudio</b>  <b>di Dott. Arch. Berti Giovanni</b>             37135 - Verona - Via Niccolò Copernico, n. 19            tel. 045 585170            www.teknostudio.eu - teknostudioberti@gmail.com         </div> </div>	PROGETTO e D. L. IMPIANTI ELETTRICI  <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <b>Studio Tecnico</b>  <b>Per. Ind. Massimo Zanoni</b>             Via Poerio n. 17 - 37124 Verona            tel. 0455117222 - 3472537738            massimozanoni@yahoo.it         </div> </div>	

TITOLO ELABORATO			COD. ALLEGATO
<b>IMPIANTI ELETTRICI</b> <b>RELAZIONE TECNICA</b>			<b>IME-01</b>
CODICE di STATO	FASE	SCALA	DATA
<b>COS-REV 01</b>	<b>Costruzione</b>		<b>Rev01 - dicembre 2021</b>

Il R.U.P.

Il Direttore dei Lavori



## SOMMARIO

<b>1.</b>	<b>CONTENUTO DELLA RELAZIONE TECNICA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>OGGETTO DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>DESTINAZIONE D'USO DEGLI AMBIENTI E / O LAVORAZIONI PREVISTE .....</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>COLLAUDO DEFINITIVO E CERTIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI.....</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>OBBLIGHI E RESPONSABILITÀ DELLA DITTA INSTALLATRICE .....</b>	<b>4</b>
<b>6.</b>	<b>RISPONDEZZA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI ALLE NORMATIVE.....</b>	<b>4</b>
<b>7.</b>	<b>DATI TECNICI GENERALI DI PROGETTO.....</b>	<b>6</b>
7.1.	DATI RELATIVI ALL'IMMOBILE IN OGGETTO .....	6
7.2.	DATI RELATIVI ALLE CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEGLI IMPIANTI IN OGGETTO .....	6
<b>8.</b>	<b>CLASSIFICAZIONE ZONE OGGETTO DELL'INSTALLAZIONE .....</b>	<b>7</b>
8.1.	CARATTERISTICHE LOCALI .....	7
8.2.	ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	7
8.3.	LOCALI PER USO MEDICO DI GRUPPO "1" .....	7
8.4.	PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI NEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO PER ELEVATO AFFOLLAMENTO .....	7
8.5.	PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI NELLE PARETI CAVE .....	8
8.6.	PRESCRIZIONI PER GLI IMPIANTI ELETTRICI NEI LOCALI MEDICI DI GRUPPO 1 .....	8
<b>9.</b>	<b>OPERE DA REALIZZARSI OGGETTO DELL'INSTALLAZIONE.....</b>	<b>10</b>
9.1.	IMPIANTO ELETTRICO .....	10
9.2.	IMPIANTO DI TERRA .....	10
<b>10.</b>	<b>PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....</b>	<b>11</b>
10.1.	CARATTERISTICHE DEGLI INTERRUITORI E DEI QUADRI ELETTRICI.....	11
10.2.	CARATTERISTICHE DEI CAVI UNIPOLARI E MULTIPOLARI.....	12
10.3.	CARATTERISTICHE DELLE TUBAZIONI.....	13
10.3.1.	<i>Tubazioni interrato e pozzetti .....</i>	<i>13</i>
10.3.2.	<i>Tubazioni per impianti sottotraccia .....</i>	<i>15</i>
10.3.3.	<i>Tubazioni per impianti a vista.....</i>	<i>16</i>
10.4.	CARATTERISTICHE DEI CANALI.....	17
10.5.	CARATTERISTICHE DELLE CASSETTE DI DERIVAZIONE.....	17
10.6.	CARATTERISTICHE DELLE PRESE A SPINA E DEI PUNTI DI COMANDO .....	18
10.7.	CARATTERISTICHE DELLE CONNESSIONI.....	18
10.8.	SICUREZZA .....	18
10.9.	DIMENSIONAMENTO, PROTEZIONE ED INSTALLAZIONE DELLE LINEE .....	19
10.10.	IMPIANTO DI TERRA .....	19
10.10.1.	<i>Dispensori impianto di terra .....</i>	<i>19</i>
10.10.2.	<i>Collettore o nodo di terra .....</i>	<i>20</i>
10.10.3.	<i>Conduttore principale di terra .....</i>	<i>20</i>
10.10.4.	<i>Conduttori di protezione e collegamenti equipotenziali .....</i>	<i>21</i>
10.10.5.	<i>Esempio collegamenti impianto di terra .....</i>	<i>22</i>
<b>11.</b>	<b>PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE: DIMENSIONAMENTO.....</b>	<b>23</b>
11.1.	PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI.....	23
11.2.	PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI .....	23
<b>12.</b>	<b>PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI .....</b>	<b>25</b>
<b>13.</b>	<b>PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI.....</b>	<b>26</b>
<b>14.</b>	<b>ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>27</b>
14.3.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA .....	27
14.4.	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA .....	27
14.4.1.	<i>Illuminazione di sicurezza per l'esodo.....</i>	<i>28</i>
14.4.2.	<i>Segnalazione di sicurezza .....</i>	<i>28</i>

**15. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI .....29**

## **1. CONTENUTO DELLA RELAZIONE TECNICA**

Formano oggetto della presente relazione tecnica di progetto, le prescrizioni, le norme e le procedure tecniche da seguire per una corretta installazione dei materiali e degli apparecchi, al fine di ottenere un impianto elettrico che corrisponda ai requisiti richiesti dalle normative vigenti in materia; ne fanno parte integrante poi gli schemi elettrici, le planimetrie ed eventuali tabelle di montaggio.

Il progetto riguarda solo ed esclusivamente gli impianti elettrici; verificare che tutti gli altri impianti tecnici siano rispondenti alle normative specifiche, accertare che gli ambienti rispettino le disposizioni in materia di sicurezza e richiedere le certificazioni eventualmente previste rimane pertanto un compito del Committente.

## **2. OGGETTO DELL'INTERVENTO**

La presente relazione tecnica riguarda le opere di realizzazione dell'impianto elettrico per un edificio di proprietà del Comune.

Il contatore di energia elettrica dovrà essere spostato all'esterno dell'edificio entro 10 m dalla posizione attuale.

In prossimità del contatore di energia elettrica, dovrà essere installato idoneo quadro elettrico per il contenimento dell'interruttore generale DG. Tale interruttore sarà dotato di sgancio elettrico per poter togliere tensione a tutta l'attività all'interno dell'edificio in caso di emergenza. Da tale quadro elettrico partirà la linea di alimentazione del quadro elettrico generale posto all'interno dell'edificio.

Nel quadro elettrico generale le protezioni magnetotermiche e differenziali per le linee elettriche sono dimensionate per la massima contemporaneità prevista dai relativi utilizzatori.

Le linee elettriche sono suddivise in più circuiti per limitare il disservizio in caso di intervento delle protezioni a causa di guasto su linee od apparecchi. Dal quadro elettrico partiranno le linee per l'alimentazione di tutti gli apparecchi elettrici utilizzatori.

Tutte le derivazioni saranno effettuate esclusivamente all'interno delle apposite cassette di derivazione.

Verranno predisposti i punti luce a parete e/o soffitto ove previsto ed i relativi apparecchi illuminanti, i comandi per l'accensione delle luci e le prese per l'alimentazione degli apparecchi muniti di spina di tipo civile.

L'impianto di illuminazione ordinaria sarà suddiviso dagli altri circuiti per limitare il disservizio in caso di intervento delle protezioni su altre linee elettriche.

Saranno predisposti apparecchi illuminanti di emergenza per garantire l'illuminazione per l'esodo in tutte le zone dell'edificio, in caso di mancanza tensione o per guasto a linee od apparecchi.

Alcuni apparecchi elettrici verranno alimentati direttamente senza interposizione di prese a spina.

L'impianto di dispersione (messa a terra) è esistente e dovrà essere verificato per accertarne la consistenza. L'impianto di dispersione verrà collegato al nodo generale di terra nel quadro elettrico generale.

Dovranno inoltre essere realizzati i collegamenti equipotenziali principali alle tubazioni dell'acqua e del gas se di tipo metallico, a valle dei rispettivi contatori, come più avanti specificato.

L'impianto elettrico posto all'interno delle pareti cave (ad es. le pareti perimetrali coibentate e rivestite di cartongesso) deve essere realizzato con componenti specifici come specificato più avanti nel presente documento.

### **3. DESTINAZIONE D'USO DEGLI AMBIENTI E / O LAVORAZIONI PREVISTE**

È responsabilità del Committente fornire al Progettista le esatte informazioni inerenti la destinazione d'uso degli ambienti, le eventuali lavorazioni particolari e/o pericolose, l'uso di sostanze infiammabili e/o esplosive, le caratteristiche della centrale termica, ecc.

Sulla base di dette informazioni, fornite dal Committente, è stato redatto il presente progetto, nel pieno rispetto delle normative del settore elettrico e della sicurezza. Qualora la destinazione d'uso degli ambienti o i macchinari e le loro caratteristiche elettriche o la tipologia delle lavorazioni, ecc. dovessero poi non corrispondere o variare rispetto a quanto specificato nel presente progetto, né il Progettista né la Ditta Installatrice potranno essere considerati responsabili di eventuali non rispondenze degli impianti alle normative.

### **4. COLLAUDO DEFINITIVO E CERTIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI**

Il collaudo definitivo degli impianti elettrici e speciali deve essere eseguito a cura della Ditta Installatrice al termine dei lavori; le prove da eseguirsi sono quelle previste dalla norma C.E.I. 64-8/6 cap. 611 e 612. Tali prove tecniche dovranno accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel progetto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate durante l'esecuzione dei lavori. La Ditta Installatrice dovrà poi rilasciare la dichiarazione di conformità, sottoscritta dal titolare dell'impresa e recante i numeri di partita IVA e di iscrizione alla Camera di Commercio, Industria, Artigianato ed Agricoltura; di tale dichiarazione faranno parte integrante la relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati, gli schemi elettrici nonché il progetto di cui al D.M. 37/08.

### **5. OBBLIGHI E RESPONSABILITÀ DELLA DITTA INSTALLATRICE**

La Ditta Installatrice, cui il Committente affiderà l'incarico per l'esecuzione dei lavori in oggetto, dovrà eseguire il lavoro a regola d'arte, seguendo tutte le direttive specificate nel presente progetto, utilizzando materiali e componenti realizzati a norme UNI / IMQ, ed applicando quanto specificato nelle norme C.E.I. precedentemente elencate. Né il Committente, né il Progettista sono responsabili di eventuali non rispondenze degli impianti elettrici in oggetto a quanto specificato poc'anzi.

### **6. RISPONDEZZA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI ALLE NORMATIVE**

Rimane inteso che l'effettiva rispondenza degli impianti elettrici in oggetto, alle normative e leggi specifiche, è legata ad uno scrupoloso rispetto delle prescrizioni contenute nel presente progetto ed alla corretta esecuzione degli interventi o delle opere previste.

Gli impianti non potranno pertanto ritenersi rispondenti alle Norme qualora la Ditta Installatrice non rispettasse dette prescrizioni, o il Committente decidesse di non far

eseguire tutti gli interventi o di adottare di propria iniziativa soluzioni o materiali in contrasto con il presente progetto.

## **7. DATI TECNICI GENERALI DI PROGETTO**

### **7.1. Dati relativi all'immobile in oggetto**

**Sito:** edificio comunale ex Asilo

**Località:** Roncolev di Trevenzuolo (VR) - via C. Battisti 43

### **7.2. Dati relativi alle caratteristiche elettriche degli impianti in oggetto**

**Alimentazione:** da rete e-distribuzione

**Tensione di alimentazione:** 230V + N (3x400V + N);

**Sistema impianto:** TT

**Potenza installabile:** 6 kW monofase (max 30 kW trifase per predisposizione futura)

## **8. CLASSIFICAZIONE ZONE OGGETTO DELL'INSTALLAZIONE**

### **8.1. Caratteristiche locali**

Trattasi di edificio comunale, ubicato in via C. Battisti 43 nel Comune di Trevenzuolo (prov. di Verona) frazione Roncolevà.

L'edificio sarà sede di varie associazioni del territorio e le sale pluriuso verranno utilizzate per l'uso delle medesime associazioni, oltre che in modo saltuario per lezioni di varia natura od altre attività simili.

L'ambulatorio medico sarà utilizzato da medici di base e comunque avrà le caratteristiche di locale medico di "gruppo 1", per l'utilizzo di apparecchi elettromedicali con parti applicate (es. elettrocardiografo).

In ogni caso l'affollamento massimo complessivo previsto nell'edificio sarà inferiore a 100 persone.

L'accesso all'edificio in oggetto avviene da pubblica via tramite marciapiede.

### **8.2. Esecuzione degli impianti elettrici**

L'esecuzione degli impianti elettrici per l'edificio in oggetto è soggetta alle regole generali contenute nella norma CEI 64-8 ed alle regole specifiche della parte 751 in quanto trattasi di luogo a maggior rischio elettrico per elevato affollamento, anche se inferiore a 100 persone.

Nell'ambulatorio medico dovranno essere seguite le norme CEI 64-8 ed in particolare la parte 710 per locali medici di gruppo 1.

### **8.3. Locali per uso medico di gruppo "1"**

Trattasi di locale dove un medico utilizza almeno un apparecchio elettromedicale con parti applicate.

Un apparecchio elettromedicale è un apparecchio elettrico, munito di non più di una connessione ad una particolare rete di alimentazione, destinato al trattamento medico, utilizzato dall'operatore e che entra in contatto fisico o elettrico con il soggetto trattato e/o trasferisce energia verso o dal soggetto trattato.

### **8.4. Prescrizioni per l'esecuzione degli impianti elettrici negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per elevato affollamento**

I componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.

Nel sistema di vie d'uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili.

Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.

Tutti i componenti elettrici non devono costituire pericolo di innesco o di propagazione di incendio per i materiali adiacenti sia in funzionamento ordinario dell'impianto sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di protezione.

Questo può essere ottenuto mediante un'adeguata costruzione dei componenti dell'impianto o mediante misure di protezione aggiuntive da prendere durante l'installazione.

Ai componenti elettrici applicati in vista (a parete o a soffitto) per i quali non esistono le relative norme CEI di prodotto, si applicano i criteri di prova e i limiti di cui alla Sezione 422, Commenti, assumendo per la prova al filo incandescente 650 °C anziché 550 °C.

Devono essere osservate tutte le relative istruzioni di installazione del costruttore dei componenti.

Gli apparecchi d'illuminazione devono essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili. Salvo diversamente indicato dal costruttore, per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere almeno:

- 0,5 m: fino a 100 W;
- 0,8 m: da 100 a 300 W;
- 1 m: da 300 a 500 W;
- > 500 W possono essere necessarie distanze maggiori.

Le lampade e altre parti componenti degli apparecchi d'illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche. Tali mezzi di protezione non devono essere fissati sui portalampade a meno che essi non siano parte integrante dell'apparecchio d'illuminazione.

I conduttori dei circuiti in c.a. devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari.

I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati all'origine dei circuiti, anche di quelli che si originano nei luoghi stessi.

Quando sono montati su od entro strutture combustibili, i componenti dell'impianto che nel loro funzionamento previsto possono produrre archi o scintille tali da far uscire dal microambiente interno agli apparecchi medesimi particelle incandescenti che possono innescare un incendio, devono essere racchiusi in custodie aventi grado di protezione IP4X almeno verso le strutture combustibili.

### **8.5. Prescrizioni per l'esecuzione degli impianti elettrici nelle pareti cave**

All'interno delle pareti cave anche se incombustibili (pannelli in cartongesso con o senza coibente) è possibile installare cavi unipolari comprensivi di conduttore di protezione, utilizzando tubi protettivi comprese guaine flessibili o pieghevoli del tipo con prova al filo incandescente GWT 850°C e che presentino un grado di protezione almeno IP 4X verso l'interno delle pareti.

### **8.6. Prescrizioni per gli impianti elettrici nei locali medici di gruppo 1**

Deve essere realizzato localmente (ed in cassetta separata rispetto ai restanti circuiti) il collegamento equipotenziale supplementare (collettore equipotenziale locale) se è presente più di una massa o massa estranea all'interno della "zona paziente".

Tutte le masse e le masse estranee accessibili poste nella zona paziente, cioè nella zona che il paziente può raggiungere direttamente o indirettamente anche tramite il personale, comunque ad altezza inferiore a 2,5 m dal piano di calpestio, devono essere collegate al nodo equipotenziale locale.

È ammesso un solo nodo intermedio (sub-nodo) tra una massa o una massa estranea ed il nodo equipotenziale locale.

Il nodo equipotenziale locale deve essere collegato a terra con un conduttore di sezione almeno uguale a quella del conduttore di sezione più elevata connesso allo stesso e comunque con sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

Le masse estranee devono essere collegate al nodo con un conduttore di sezione almeno 6 mm<sup>2</sup>.

Le connessioni devono essere disposte in modo che esse siano chiaramente identificabili ed accessibili ed in grado di essere scollegate individualmente.

Tutte le tubazioni metalliche entranti nel locale devono essere collegate nel punto di ingresso.

Si possono collegare tra loro più tubazioni vicine e con un unico conduttore e collegarle al nodo.

Gli infissi od altri elementi metallici saranno collegati al nodo se presenteranno una resistenza verso terra inferiore a 200 Ω.

Tutte le connessioni devono essere eseguite a regola d'arte ed avere quindi una resistenza di contatto trascurabile.

Tutti i circuiti che alimentano prese aventi corrente nominale fino a 32A devono essere protetti con interruttori differenziali aventi  $I_{dn} = 30 \text{ mA}$  di tipo "A" o "B", che intervengano anche con correnti con componenti unidirezionali pulsanti o continue.

## **9. OPERE DA REALIZZARSI OGGETTO DELL'INSTALLAZIONE**

Gli impianti elettrici da realizzare sono quelli indicati negli elaborati grafici allegati, secondo quanto specificato nel presente progetto e seguendo le normative tecniche di riferimento (C.E.I. – U.N.I.).

Per impianti elettrici in progetto si intende solamente quelli riportati negli elaborati grafici; non sono compresi nel progetto tutti quegli impianti che non compaiono negli elaborati grafici.

### **9.1. Impianto elettrico**

Dovrà essere realizzato secondo quanto specificato nel presente progetto, negli schemi elettrici e nelle planimetrie allegate.

L'impianto elettrico comprende i montanti e le dorsali luce e F.M., punti luce, punti di comando, prese a spina e quant'altro specificato nelle planimetrie di progetto.

La sezione delle linee e le caratteristiche di posa e degli interruttori sono precisate negli schemi elettrici di progetto e nella presente relazione, alle pagine successive.

### **9.2. Impianto di terra**

Dalla rete di dispersione dell'edificio deve derivarsi l'impianto di protezione mediante conduttore di terra in corda di rame colore giallo-verde.

Tutte le utenze dovranno essere provviste di conduttore di protezione aventi sezione come di seguito specificato; questi conduttori dovranno essere collegati al collettore di terra della dorsale di distribuzione relativa.

## **10. PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

### **10.1. Caratteristiche degli interruttori e dei quadri elettrici**

Gli interruttori automatici posti nei quadri elettrici sono necessari per la protezione dai sovraccarichi, dai cortocircuiti e dai guasti a terra delle linee elettriche e degli apparecchi utilizzatori.

I nuovi interruttori magnetotermici che verranno installati ed in caso di variazioni di potenza impegnata, dovranno essere scelti come in seguito descritto.

Gli interruttori magnetotermici devono avere un potere di cortocircuito "I<sub>cn</sub>" (quando installati in ambiente domestico o simile), oppure un potere di interruzione estremo "I<sub>cu</sub>" (quando installati in luogo di lavoro), commisurato alla corrente di cortocircuito "I<sub>k</sub>" presunta nel punto di installazione. In particolare gli interruttori magnetotermici installati in prossimità del contatore per la fornitura di energia elettrica in bassa tensione, devono essere dimensionati in funzione dei seguenti valori di corrente di corto circuito:

- 6 kA per forniture monofase;
- 10 kA per forniture trifase con potenza disponibile fino a 33 kW;
- 15 kA per forniture trifase con potenza disponibile superiore a 33 kW;
- 6 kA per la corrente di cortocircuito fase-neutro nelle forniture trifase.

Subito a valle del contatore di energia elettrica potranno essere installati al massimo n.3 interruttori magnetotermici (o magnetotermici differenziali) in parallelo tra loro.

Gli interruttori magnetotermici installati nei quadri elettrici posti a valle rispetto al quadro elettrico in zona contatore di energia, possono avere un potere di cortocircuito o un potere di interruzione estremo, inferiore se l'impedenza della linea è sufficientemente elevata per ridurre la corrente di cortocircuito.

La protezione di back-up può essere effettuata esclusivamente tra interruttori del medesimo costruttore che abbiano superato le relative prove e devono essere elencati in apposite tabelle di filiazione o coordinamento.

Gli interruttori magnetotermici bipolari possono avere anche solamente un polo protetto in alcuni casi.

Gli interruttori differenziali, in relazione al tipo dei carichi allacciati alle linee da essi protette, devono essere di tipo "A" quando è prevedibile che l'eventuale corrente di guasto degli utilizzatori contenga componenti unidirezionali pulsanti e di tipo "B" quando è prevedibile che l'eventuale corrente di guasto degli utilizzatori contenga anche componenti continue. Possono essere di tipo "AC" quando i carichi od impianti generano correnti di guasto alternate sinusoidali (senza componenti unidirezionali pulsanti o continue).

Quando per esigenze d'esercizio occorre selettività nell'intervento su guasto differenziale, gli interruttori devono essere di tipo "S" (ad intervento ritardato) o con la possibilità di regolazione sia della corrente che del tempo di intervento.

I quadri elettrici sono dimensionati per il contenimento di tutte le apparecchiature previste (protezione, sezionamento, comando, controllo, ecc.) considerando una possibile espansione dell'impianto nel tempo.

Le apparecchiature con corrente nominale fino a 63 A sono previste di dimensioni normalizzate europee (modulari) per montaggio a scatto su profilato DIN.

Le apparecchiature con corrente nominale oltre i 63 A sono previste di tipo scatolato.

I quadri sono muniti di porta frontale cieca o trasparente, per la protezione dalla polvere e dagli agenti atmosferici degli apparecchi installati.

I quadri elettrici di tipo metallico devono essere collegati a terra ed è necessaria una protezione differenziale a monte.

L'accesso alle parti interne di ogni quadro deve essere possibile solo attraverso pannelli o schermi apribili mediante l'uso di attrezzi o chiavi o mediante dispositivi atti a disinserire la linea di alimentazione del quadro medesimo all'apertura dei pannelli.

Tutte le parti attive (fasi e neutro) in tensione a quadro aperto devono essere segregate mediante apposite barriere.

Le targhe per le apparecchiature elettriche devono essere fissate saldamente sui pannelli del quadro o sulle stesse apparecchiature, con diciture stabili nel tempo (incise, indelebili, ecc.) in funzione dell'ambiente di installazione.

Tutti gli apparecchi, i conduttori (cavi, sbarre, ecc.) e le morsettiere devono essere contrassegnati singolarmente, in modo da assicurare l'individuazione del circuito di appartenenza, come indicato negli schemi.

Il cablaggio interno si può realizzare con sistemi di sbarre, di cablaggio preformato o cavi posati all'interno di appositi canali fissati su pannello o telaio interno porta apparecchiature. Si deve provvedere al fissaggio dei conduttori, in modo da evitare che il peso degli stessi gravi sui morsetti o sulle apparecchiature. I cavi all'interno dei quadri si devono attestare alle apparecchiature e alle morsettiere componibili mediante capicorda.

Ogni quadro deve essere dotato di una targa indelebile posta in modo da essere visibile e leggibile a quadro installato, riportante almeno i seguenti dati:

- Il nome o il marchio di fabbrica del costruttore (l'organizzazione che si assume la responsabilità del quadro finito);
- L'identificazione del tipo o numero o altro mezzo d'identificazione che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni utili;
- La data di costruzione;
- La norma EN 61439-X ove X sta ad indicare la cifra che identifica la norma di prodotto applicabile al tipo di quadro.

Altre informazioni devono essere riportate nella documentazione tecnica da fornire assieme al quadro (facoltativamente anche sulla targa, ad eccezione dei quadri costruiti secondo la norma CEI 23-51 per i quali è invece necessario specificare in targa anche le informazioni di seguito indicate), quali ad esempio tensioni nominali, correnti nominali, frequenza nominale, grado di protezione, ecc..

Quando il quadro consenta l'installazione della tasca schemi, all'interno della stessa dovrà essere inserito il relativo schema elettrico aggiornato.

Il costruttore del quadro deve verificare il limite di sovratemperatura delle apparecchiature interne, prima della sua realizzazione, secondo il tipo di posa del quadro indicata nel progetto.

## **10.2. Caratteristiche dei cavi unipolari e multipolari**

La tipologia dei cavi utilizzati per la realizzazione dell'impianto elettrico può essere così sinteticamente riassunta:

- cavo H07Z1-K tipo 2 - 450/750V, isolato in PVC, a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi, per posa all'interno degli edifici;
- cavo FG16(O)R16 0,6/1kV, uni-multipolare con isolamento in gomma e guaina in PVC, per posa anche all'esterno degli edifici e interrata;

- cavo FG16(O)M16 0,6/1kV, uni-multipolare con isolamento in gomma, a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi, per posa anche all'esterno degli edifici e interrata.

In ogni punto dell'impianto, i conduttori dei cavi dovranno essere contraddistinti dai seguenti colori:

<b>CAVI DI FASE:</b>	NERO/MARRON/GRIGIO
<b>CAVI DI NEUTRO:</b>	BLU CHIARO
<b>CONDUTTORI DI PROTEZIONE:</b>	GIALLO-VERDE

Per i circuiti di comando e segnalazione i cavi sono identificati con colori diversi dai precedenti. Tutte le giunzioni devono essere effettuate con serraggio meccanico mediante morsetti isolati e solamente all'interno dei quadri o delle cassette di derivazione.

### **10.3. Caratteristiche delle tubazioni**

La scelta del tubo protettivo da utilizzare negli impianti elettrici deve essere effettuata in relazione a:

- tipo di posa;
- sollecitazioni meccaniche;
- ambiente di posa;
- tipo di impianto;
- numero, tipo e sezione dei cavi.

Il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte (1,5 volte negli ambienti residenziali) il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi è destinato a contenere, permettendo così un agevole sfilamento; non dovrà subire curvature di raggio inferiore alle disposizioni date dai rispettivi costruttori.

Nel caso di attraversamenti di pareti aventi determinate caratteristiche di resistenza al fuoco (REI) lo spazio esterno ed interno al tubo deve essere sigillato mediante appositi prodotti.

#### **10.3.1. Tubazioni interrate e pozzetti**

Le tubazioni interrate possono essere di tipo flessibile (corrugate esternamente e internamente lisce) o rigide (cavidotti bicchierati) e devono avere resistenza allo schiacciamento superiore a 450N se posate senza protezione meccanica supplementare (lastra o tegolo di protezione) per evidenziarne la presenza in occasione di scavi e per sopportare l'urto di attrezzi manuali di scavo.

In ogni caso è opportuno segnalarne la presenza con nastro monitore posato ad adeguata distanza, in funzione della profondità di scavo.

In caso di utilizzo di tubazione bicchierata, i raccordi devono essere incollati con mastici che realizzino una saldatura chimica fra le parti, seguendo le istruzioni del fabbricante.

La profondità di posa delle tubazioni dipende dal tipo di attività svolta sopra o nel suolo.

Sul terreno ogni 25 m al massimo devono essere installati pozzetti (con fondo perdeno) e chiusini con caratteristiche fisiche e meccaniche idonee alla zona di posa (pedonale, carrabile, ecc.).

I tubi devono essere posati con una pendenza tale da evitare l'accumulo d'acqua.

I pozzetti interrati servono a contenere punti d'ispezione ed eventuali giunzioni relative all'impianto elettrico interrato nel suolo.

Le giunzioni e/o derivazioni per i cavi interrati (entro pozzetti drenanti) devono essere eseguite con materiali idonei al fine di ripristinare l'isolamento del cavo (es.: giunti a resina colata, nastrature autoagglomeranti, ecc.).

### 10.3.2. Tubazioni per impianti sottotraccia

Le tubazioni flessibili o rigide in PVC per posa a pavimento incassata devono essere del tipo medio con resistenza alla compressione superiore a 750N.

Le tubazioni flessibili o rigide in PVC per posa a parete o a soffitto incassata possono essere del tipo leggero con resistenza alla compressione superiore a 320N.

La tabella di seguito riportata, evidenzia il diametro esterno minimo dei tubi flessibili in relazione alla sezione ed al numero di cavi; detta tabella deve essere considerata come riferimento per l'installatore, ai fini della scelta del diametro delle tubazioni stesse.

			Diametro consigliato tubi FLESSIBILI in PVC						
CAVI			SEZIONE mmq						
Uo/U (*)	TIPO		NUM.	1,5	2,5	4	6	10	
450/750V	Cavo unipolare in PVC senza guaina		1	16	16	16	16	16	
			2	16	20	20	25	32	
			3	16	20	25	32	32	
			4	20	20	25	32	32	
			5	20	25	25	32	40	
			6	20	25	32	32	40	
			7	20	25	32	32	40	
			8	25	32	32	40	50	
			9	25	32	32	50	50	
	Cavo multip. in PVC		bipolare	1	20	25	25	32	40
				2	32	40	50	50	63
				3	40	50	50	63	-
			tripolare	1	20	25	25	32	40
				2	40	40	50	63	63
				3	40	50	50	63	-
			quadrip.	1	25	25	32	32	50
				2	40	50	50	63	-
				3	50	50	63	-	-
0,6/1kV	Cavo unipolare in PVC o gomma con guaina		1	25	25	25	25	32	
			2	40	40	50	50	50	
			3	50	50	50	63	63	
			4	50	50	63	63	-	
			5	63	63	63	63	-	
			6	63	63	63	-	-	
			7	63	63	63	-	-	
			8	-	-	-	-	-	
			9	-	-	-	-	-	
	Cavo multip. in PVC o gomma		bipolare	1	25	32	32	32	40
				2	50	50	63	63	-
				3	63	63	63	-	-
			tripolare	1	25	32	32	32	40
				2	50	50	63	63	-
				3	63	63	63	-	-
			quadrip.	1	32	32	32	40	40
				2	50	63	63	-	-
				3	63	63	-	-	-

### 10.3.3. Tubazioni per impianti a vista

Le tubazioni flessibili o rigide in PVC per posa a vista devono essere del tipo medio con resistenza alla compressione superiore a 750N.

La tabella di seguito riportata evidenzia il diametro esterno minimo dei tubi rigidi in relazione alla sezione ed al numero di cavi; detta tabella deve essere considerata come riferimento per l'installatore, ai fini della scelta del diametro delle tubazioni stesse.

			Diametro consigliato tubi RIGIDI in PVC						
CAVI				SEZIONE mmq					
Uo/U (*)	TIPO		NUM.	1,5	2,5	4	6	10	
450/750V	Cavo unipolare in PVC senza guaina		1	16	16	16	16	16	
			2	16	16	16	20	25	
			3	16	16	20	25	32	
			4	16	20	20	25	32	
			5	20	20	20	32	32	
			6	20	20	25	32	40	
			7	20	20	25	32	40	
			8	25	25	32	40	50	
			9	25	25	32	40	50	
	Cavo multip. in PVC		bipolare	1	16	20	20	25	32
				2	32	40	40	50	-
				3	40	40	50	50	-
			tripolare	1	16	20	20	25	40
				2	32	40	40	50	-
				3	40	50	50	-	-
			quadrip.	1	20	20	25	32	40
				2	40	40	50	50	-
				3	40	50	50	-	-
0,6/1kV	Cavo unipolare in PVC o gomma con guaina		1	20	20	20	25	50	
			2	40	40	40	40	50	
			3	40	50	50	50	-	
			4	50	50	50	50	-	
			5	50	50	-	-	-	
			6	-	-	-	-	-	
			7	-	-	-	-	-	
			8	-	-	-	-	-	
			9	-	-	-	-	-	
	Cavo multip. in PVC o gomma		bipolare	1	25	25	25	32	32
				2	40	50	50	-	-
				3	50	50	-	-	-
			tripolare	1	25	25	25	32	32
				2	50	50	50	-	-
				3	50	-	-	-	-
			quadrip.	1	25	25	32	32	40
				2	50	50	-	-	-
				3	-	-	-	-	-

#### **10.4. Caratteristiche dei canali**

I canali sono involucri chiusi o forati con coperchio, che assicurano la protezione meccanica dei cavi e che permettono la messa in opera e la rimozione degli stessi con mezzi diversi dal tiro.

Il canale in materiale termoplastico può essere utilizzato solo in ambienti normali (non aggressivi).

Il canale d'acciaio zincato trattato con processo di fosfatazione a caldo (sistema Sendzimir) deve essere utilizzato solo all'interno di ambienti con bassa umidità.

Il rapporto tra la sezione del canale e l'area della sezione "retta" occupata dai cavi non deve essere inferiore a 2 (coefficiente di riempimento del 50%).

I cavi posati nel canale devono essere opportunamente fascettati se necessario e disposti ordinatamente evitando accavallamenti e/o attraversamenti non necessari.

Per inserire nello stesso canale circuiti appartenenti ad impianti distinti (ad es. impianto di distribuzione F.M. e impianto d'allarme antintrusione od altri impianti speciali), è necessario suddividere il canale in più scomparti indipendenti mediante appositi setti separatori per tutta la lunghezza, fissati alla struttura dello stesso.

Il canale deve risultare indeformabile così che il coperchio possa essere rimosso solo con l'ausilio di attrezzi specifici.

Il canale, nell'attraversamento delle pareti e di ogni piano, avrà uno spazio libero intorno per consentire l'infilaggio dei cavi e l'ispezione. Nel caso di attraversamenti di pareti aventi determinate caratteristiche di resistenza al fuoco (REI), lo spazio esterno ed interno al canale deve essere sigillato mediante appositi prodotti.

#### **10.5. Caratteristiche delle cassette di derivazione**

Le cassette di derivazione da incasso o per posa a vista devono essere di adeguate dimensioni e disposte in modo tale da consentire un'agevole ispezione e/o manutenzione dei componenti dell'impianto elettrico installato; devono essere installate nel rispetto dell'estetica dell'ambiente ed essere apribili con attrezzo.

Devono essere di tipo autoestinguente e, in funzione dell'ambiente di posa, di costruzione tale da sopportare senza danno deformazioni ed eventuali sollecitazioni meccaniche a cui venissero eventualmente sottoposte, con grado di protezione adeguato al tipo di ambiente e munite di appositi setti separatori quando necessario.

Entro un'unica cassetta possono coesistere cavi di circuiti diversi se separati da setti isolanti. La condotta relativa ad ogni tipo di circuito si deve attestare alla cassetta solo in corrispondenza dello scomparto specifico, delimitato dai setti. I cavi appartenenti a circuiti di sicurezza o che per motivi di esercizio sono incompatibili con quelli ordinari di energia, devono essere posati in cassette distinte.

Le giunzioni e i cavi posti all'interno delle cassette non devono occupare più del 50 % del volume interno della cassetta o della porzione di cassetta delimitata dai setti separatori.

Le cassette possono essere ad uso promiscuo (possono cioè contenere altre eventuali apparecchiature) solo se l'involucro è specificato per la potenza dissipabile e contiene mezzi di fissaggio (guide DIN).

Sul coperchio di ogni cassetta deve essere posto un contrassegno per indicare a quale impianto/i appartiene.

### **10.6. Caratteristiche delle prese a spina e dei punti di comando**

Le prese a spina e gli organi di comando devono essere installati entro apposite scatole portafrutti o nei quadri elettrici mediante appositi supporti adattatori.

Le prese a spina devono essere del tipo bipolare con terra centrale, di corrente nominale pari a 10A o 10/16A o di tipo Schuko o UNEL da 16A.

Le prese a spina che alimentano apparecchi utilizzatori aventi potenze superiori a 2,5 kW monofase o apparecchi trifase, saranno di tipo CEE con interruttore di blocco ed eventualmente fusibili di protezione.

Negli organi di comando di punti luce o altri circuiti gli interruttori possono essere del tipo unipolare; su circuiti fase-neutro deve però essere interrotta la fase.

Il comando luce situato all'esterno del relativo locale associato o i punti luce esterni (balconi, terrazze, giardini) e in generale per tutti quelli non direttamente visibili, deve essere associato a una spia di segnalazione, che può essere integrata nel comando medesimo, atta a segnalare lo stato di "acceso" dell'apparecchio comandato.

I circuiti di comando campanello, pur essendo possibile l'alimentazione a 230V, è consigliabile siano alimentati a bassissima tensione di sicurezza - SELV.

I circuiti SELV devono essere alimentati da trasformatore di sicurezza e nessun punto né massa deve essere collegato a terra. Detto trasformatore deve essere opportunamente installato ed i relativi circuiti in uscita dovranno essere adeguatamente isolati dai circuiti a 230V.

### **10.7. Caratteristiche delle connessioni**

Tutte le connessioni devono essere effettuate a mezzo di morsetti o dispositivi di connessione aventi grado di protezione minimo IPXXB (inaccessibili al dito di prova); non è ammesso l'uso del nastro isolante come giunzione tra due o più conduttori. Non devono essere eseguite giunzioni al di fuori delle apposite cassette di derivazione o distribuzione.

Le connessioni devono essere effettuate senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte. Devono unire cavi dello stesso colore.

Le giunzioni tra i conduttori nudi nel terreno devono essere realizzate con morsetti in grado di assicurare una tenuta stabile nel tempo e devono essere protette dall'ossidazione (es. con grasso).

### **10.8. Sicurezza**

La protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TT è in genere affidata all'interruttore differenziale coordinato con l'impianto di terra, secondo la relazione:

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

Dove:

$R_E$  = resistenza del dispersore in ohm.

$I_{dn}$  = corrente nominale differenziale in ampere.

$U_L$  = tensione ammissibile sulle masse (50V ambienti ordinari; 25V ambienti particolari).

### **10.9. Dimensionamento, protezione ed installazione delle linee**

Le sezioni dei cavi devono essere calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore previsto); devono essere scelte tra quelle unificate.

In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di cavi, dalle tabelle di unificazione C.E.I.-UNEL. Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime dei conduttori in rame ammesse sono:

- 1,5 mmq per circuiti che alimentano prese da 10A, punti luce, punti di comando, ecc.);
- 2,5 mmq per circuiti che alimentano prese da 16A;
- almeno 4 mmq per circuiti che alimentano carichi superiori a 3 kW;

I circuiti di sezione 1,5 mmq devono essere protetti da interruttori magnetotermici aventi corrente nominale max. 10A;

I circuiti di sezione 2,5 mmq devono essere protetti da interruttori magnetotermici aventi corrente nominale max. 16A.

### **10.10. Impianto di terra**

L'impianto di terra di protezione delle masse deve essere unico per tutto l'edificio; il valore della resistenza di terra (C.E.I. 64-8/4 art. 413.1.4.2) deve soddisfare la relazione:

$$R_A I_{dn} \leq 50 \text{ (25 nell'ambulatorio medico)}$$

dove:

$R_A$  è la somma della resistenza del conduttore di protezione e dei dispersori;

$I_{dn}$  è la più elevata tra le correnti nominali di intervento degli interruttori differenziali installati a protezione delle utenze.

#### **10.10.1. Dispersori impianto di terra**

Il dispersore può essere costituito da picchetti infissi nel terreno o da dispersori orizzontali (corda in rame nuda, ecc.) interrati lungo il perimetro dell'edificio e se possibile collegati all'armatura del fabbricato.

La tabella seguente riporta le dimensioni dei dispersori in relazione alla loro tipologia e materiale.

	Dimensioni minime dispersori			
	Tipo di elettrodo	Dimensioni	Acciaio zinc. a caldo	Rame
Per posa nel Terreno	Piastra	Spessore	3mm.	3mm.
	Nastro	Spessore sezione	3mm. 100 mmq	3mm. 50 mmq
	Tondino / condutt. massiccio	Sezione	50 mmq	35 mmq
	Conduttore cordato	Diam. filo Sezione corda	1,8mm. 50 mmq	1,8mm. 35 mmq
Per infissione nel terreno	Picchetto a tubo	Diam. esterno Spessore	40mm. 2 mm	30mm. 3 mm
	Picchetto massiccio	Diametro	20 mm.	15 mm.
	Picchetto in profilato	Spessore o dim. trasversale	5mm. 50 mm	5mm. 50 mm

Le giunzioni tra gli elementi dell'impianto di dispersione nel terreno devono essere realizzate con morsetti in grado di assicurare una tenuta stabile nel tempo, protette dall'ossidazione (es. con grasso).

Le giunzioni nel terreno tra materiali diversi devono essere protette contro la corrosione elettrochimica, (es. tra acciaio zincato e rame mediante la frapposizione di dispositivo di connessione in acciaio inox od ottone).

### 10.10.2. Collettore o nodo di terra

Il collettore di terra, costituito da una barra in rame o acciaio zincato, cui fanno capo i conduttori di terra ed i conduttori di protezione ed equipotenziali dell'edificio, è da prevedersi in zona contatori o comunque in luogo di facile accesso, al fine di poter eseguire con facilità la misura della resistenza di terra; non può essere costituito da morsetto isolato simile a quelli utilizzati per giunzioni dei conduttori di fase all'interno delle scatole.

### 10.10.3. Conduttore principale di terra

Il conduttore principale di terra, che collega l'impianto disperdente al nodo o collettore di terra, può essere del tipo H07V-K, rivestito in PVC gialloverde, di sezione come sotto calcolata se in tubo protettivo:

**Sf**= Sezione dei conduttori di fase dell'impianto (mmq.).

**St**= Sezione minima del corrispondente conduttore di terra (mmq).

$$\begin{array}{ll}
 \mathbf{Sf} < 16 & ==> \mathbf{St} = \mathbf{Sf} \\
 16 < \mathbf{Sf} < 35 & ==> \mathbf{St} = 16 \\
 \mathbf{Sf} > 35 & ==> \mathbf{St} = \mathbf{Sf}/2
 \end{array}$$

Se invece non è posata in tubo protettivo deve avere sezione minimo di 16 mmq; se invece è costituito da corda in rame nuda interrata deve avere sezione minima di 25 mmq.

Nel tratto in cui il conduttore in oggetto entra nel terreno è opportuno proteggerlo mediante termorestringente, ai fini di una maggiore protezione dalla corrosione.

#### 10.10.4. Conduttori di protezione e collegamenti equipotenziali

La sezione dei conduttori di protezione può essere dedotta dalla tabella seguente.  
Se dall'applicazione della tabella risulta una sezione non unificata occorre adottare il conduttore avente sezione unificata in eccesso rispetto al valore calcolato.

**Sf**= Sezione dei conduttori di fase dell'impianto (mmq.).

**Sp**= Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione (mmq.).

**Se** = Sezione del conduttore equipotenziale

$$\begin{array}{ll} \mathbf{Sf} < 16 & ==> \mathbf{Sp} = \mathbf{Sf} \\ 16 < \mathbf{Sf} < 35 & ==> \mathbf{Sp} = 16 \\ \mathbf{Sf} > 35 & ==> \mathbf{Sp} = \mathbf{Sf}/2 \end{array}$$

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere minore di: 2,5 mmq in presenza di una protezione meccanica; 4 mmq se non vi è alcuna protezione meccanica.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- 1) 25 mmq se in rame;
- 2) 35 mmq se in alluminio.

I conduttori equipotenziali devono essere conformi alle prescrizioni contenute nelle norme C.E.I. 64-8, che di seguito vengono sinteticamente riassunte:

- 1) Detta **Se** la sezione del conduttore equipotenziale, dev'essere **Se** > **Sp**/2, dove **Sp** è la sezione del conduttore di protezione principale.
- 2) Il valore minimo della sezione **Se** dev'essere di 6 mmq in rame.

I conduttori equipotenziali supplementari che connettono due masse devono avere una sezione non inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione collegato a queste masse.

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa a masse estranee deve avere sezione non inferiore a metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione e non superiore a:

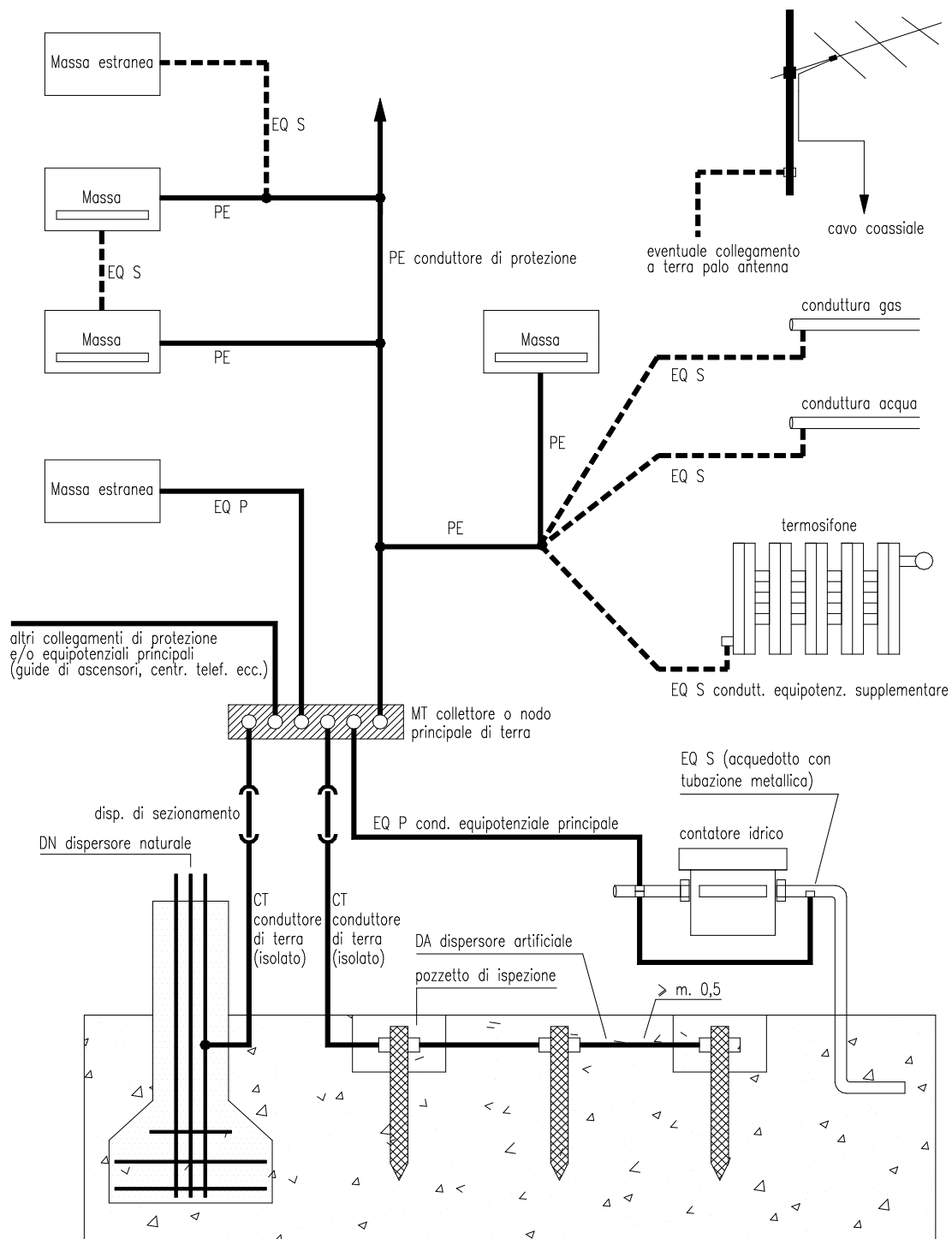
- 1) 6 mmq in rame
- 2) 16 mmq in alluminio
- 3) 50 mmq in acciaio.

Con un minimo di:

- 1) 2,5 mmq in rame, se i conduttori sono meccanicamente protetti;
- 2) 4 mmq in rame, se i conduttori non sono meccanicamente protetti.

Un conduttore equipotenziale supplementare che non è parte di un cavo è considerato essere meccanicamente protetto quando è posato in un tubo protettivo, canale o se è protetto in modo simile.

### 10.10.5. Esempio collegamenti impianto di terra



## **11. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE: DIMENSIONAMENTO**

I conduttori attivi degli impianti devono essere sempre protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi pericolosi o da corto circuiti.

### **11.1. Protezione contro i sovraccarichi**

Tale protezione deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8. In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

$I_b$  = corrente di impiego della conduttura.

$I_z$  = portata della conduttura.

$I_n$  = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

$I_f$  = corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione.

### **11.2. Protezione contro i corto circuiti**

Tale protezione deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nella Norma C.E.I. 64-8. In generale la protezione viene effettuata installando dispositivi atti ad interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose per gli effetti termici e meccanici nei conduttori e nelle relative connessioni. I dispositivi di protezione devono rispondere a due requisiti fondamentali:

1) 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; in questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, detta anche integrale di Joule ( $I^2 t$ ), lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che puo' essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

2) Intervenire in un tempo inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre al limite ammissibile. Questa condizione, per corto circuiti che non superano i 5 s, è normalmente verificata dalla formula:

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

dove:

$S$  = sezione dei conduttori in mmq;

$K$  = coefficiente il cui valore è riportato nella Norma CEI 64-8 e che varia al variare del tipo di cavo (è uguale a 115 per cavi in rame isolati in PVC, a 135 per cavi in rame isolati in gomma ordinaria ed a 146 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato);

$t$  = tempo di intervento della protezione in secondi;

$I$  = corrente di cortocircuito effettiva in Ampere.

L'impiego degli interruttori automatici magnetotermici garantisce una efficace protezione contemporaneamente sia contro i sovraccarichi che contro i corto circuiti.

All'inizio di ogni impianto utilizzatore deve essere installato un interruttore generale onnipolare munito di adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.

Detti dispositivi devono essere in grado di interrompere la massima corrente di corto circuito che può verificarsi nel punto in cui essi sono installati.

Devono esser protette singolarmente:

- le derivazioni all'esterno;
- le condutture che alimentano motori o apparecchi utilizzatori che possono dar luogo a sovraccarichi;
- le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezion fatta per quelli umidi.

## **12. PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI**

I sistemi di protezione contro i contatti indiretti possono essere di due tipi: passivi ed attivi.

Sono passivi quei sistemi che non prevedono l'interruzione del circuito, in particolare:

- il doppio isolamento.
- la bassissima tensione di sicurezza.
- i locali isolati.
- la separazione dei circuiti.

La protezione attiva si attua mediante la messa a terra; tale protezione è richiesta dal D.M. 37/08 (costruzioni civili ed industriali) per tutte le parti metalliche degli impianti soggette a contatto delle persone e che per difetto di isolamento o per altre cause potrebbero trovarsi sotto tensione. Ne consegue che per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere previsto, in sede di costruzione, un impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che soddisfi i requisiti imposti dalla Norma *C.E.I. 64-8*.

Va inoltre precisato che all'impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati all'adduzione, distribuzione e scarico delle acque ed altri fluidi (ad esempio le tubazioni del gas), nonché tutte le masse accessibili esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore.

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Le protezioni devono essere coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.

### 13. PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI

Le sovratensioni di origine atmosferica, causate da fulminazione diretta ed indiretta di linee e strutture e le sovratensioni di manovra, possono essere pericolose per le persone e le cose e/o danneggiare le apparecchiature allacciate all'impianto elettrico. Per tale motivo deve essere effettuata valutazione del rischio da condurre secondo le norme CEI EN 62305.

Riguardo le sole sovratensioni di origine atmosferica trasmesse dalle linee elettriche che alimentano l'impianto e le sovratensioni di manovra, la valutazione può essere effettuata secondo l'art. 443.4 della norma CEI 64-8.

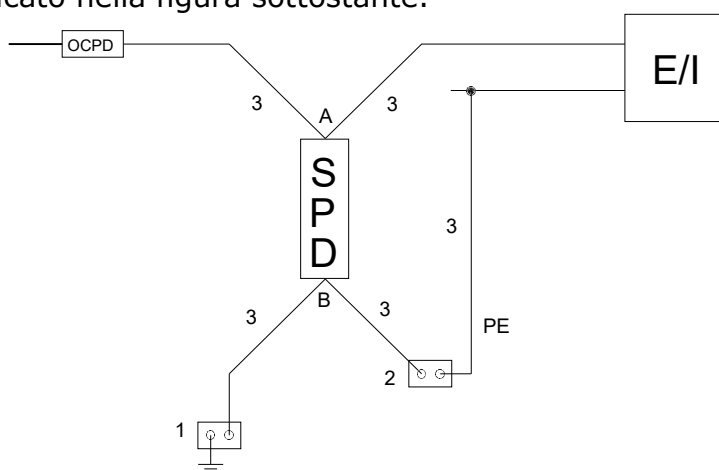
Se la protezione da sovratensioni risulta non necessaria riguardo la sicurezza delle persone, essa può essere utile per la protezione degli apparecchi utilizzatori in quanto le sovratensioni indotte sulle linee elettriche possono danneggiare le apparecchiature, pertanto devono essere installati opportuni limitatori di sovratensione (SPD).

La scelta di tali limitatori deve essere effettuata secondo la sezione 534 della norma CEI 64-8, in particolare la tensione nominale di tenuta a impulso dovrà essere inferiore o uguale a quella richiesta dalle apparecchiature da proteggere.

I limitatori di sovratensione dovranno essere protetti dalle sovracorrenti di corto circuito. La protezione può essere interna al limitatore di sovratensione oppure esterna. In ogni caso il valore nominale della protezione deve essere il più alto possibile, ma non superare il valore indicato dal costruttore, per ottenere la massima efficacia nella protezione dalle sovratensioni.

Riguardo il collegamento dei limitatori di sovratensione, deve esserne sempre prevista la predisposizione e nel contempo devono essere rispettate alcune regole di installazione, per massimizzare l'efficacia di protezione dalle sovratensioni.

Si dovrebbe prestare attenzione a limitare la lunghezza totale dei cavi dei conduttori tra i punti di connessione dell'assieme di SPD ad un valore non superiore a 0,5 m oppure se la tipologia di impianto elettrico lo consente, adottare lo schema di installazione indicato nella figura sottostante.



#### Legenda

OCPD dispositivo di protezione contro le sovracorrenti

SPD limitatore di sovratensione

PE messa a terra di protezione

E/I apparecchiatura/impianto

1 morsetto principale di terra

2 morsetto intermedio di terra

3 lunghezze dei cavi che non devono essere considerate

A e B punti di collegamento dell'assieme di SPD

## **14. ILLUMINAZIONE**

### **14.3. Impianto di illuminazione ordinaria**

Ogni ambiente deve essere illuminato in modo ottimale.

È importante limitare l'abbagliamento dovuto a luce riflessa o diretta mediante la limitazione della luminanza degli apparecchi di illuminazione e la finitura delle superfici.

Le lampade con un indice di resa del colore minore di 80 non possono essere impiegate negli ambienti interni dove si svolgono attività lavorative.

L'impianto di illuminazione deve essere progettato in modo tale che non si verifichino fenomeni di sfarfallamento ed effetti stroboscopici.

Possono essere utilizzati sistemi di illuminazione:

- diretta;
- indiretta;
- mista.

### **14.4. Illuminazione di sicurezza**

L'illuminazione di sicurezza è quella parte dell'illuminazione di emergenza destinata a garantire la sicurezza delle persone nel caso in cui venga a mancare l'illuminazione ordinaria per evitare il panico e consentire l'esodo in modo sicuro.

L'impianto di illuminazione di sicurezza può essere ad alimentazione:

- centralizzata (alimentatore, UPS, batteria, gruppo elettrogeno);
- autonoma;
- mista (centralizzata e autonoma).

Gli apparecchi destinati all'illuminazione di sicurezza devono essere installati ad un'altezza superiore a 2 m.

L'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale della via di esodo non deve essere minore di 1 lx. Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo sulla linea centrale della via di esodo non deve essere maggiore di 40:1. L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo.

Quando l'impianto di illuminazione di sicurezza è costituito da apparecchi a sorgente autonoma con accumulatori a ricarica rapida il tempo di intervento dell'illuminazione di sicurezza deve essere inferiore a 0,5 s (interruzione breve).

La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h. Il dispositivo di carica degli accumulatori deve essere del tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa entro 12 ore.

Gli apparecchi devono essere posizionati almeno in corrispondenza o prossimità di:

- ogni porta di uscita prevista per l'uso in emergenza;
- scale, in modo che ogni rampa riceva luce diretta;
- ogni cambio di livello;
- sulle uscite di sicurezza indicate ed in corrispondenza dei segnali di sicurezza;
- ogni cambio di direzione;
- ogni intersezione di corridoi;
- ogni uscita.

#### **14.4.1. Illuminazione di sicurezza per l'esodo**

L'illuminazione di sicurezza per l'esodo è la parte dell'illuminazione di sicurezza destinata ad assicurare che i mezzi ed i percorsi di fuga possano essere chiaramente identificati e utilizzati in sicurezza.

Gli apparecchi destinati all'illuminazione di sicurezza devono essere installati ad un'altezza superiore a 2 m.

La segnaletica di sicurezza può essere illuminata mediante una fonte esterna, oppure un cartello retroilluminato.

Il tempo richiesto all'illuminazione di sicurezza per l'esodo per raggiungere:

- il 50% del livello minimo di illuminamento richiesto è  $t = 5$  s;
- il livello di illuminamento prescritto è  $t = 60$  s.

#### **14.4.2. Segnalazione di sicurezza**

I segnali di sicurezza devono essere conformi al formato ISO 7010 ed essere muniti di un'immagine grafica che prescrive un determinato comportamento comprensibile a tutti.

I pittogrammi possono essere illuminati internamente o esternamente. In ogni caso devono rispettare il requisito di luminanza del colore pari ad almeno  $2\text{cd/m}^2$  e l'uniformità delle luminanze come sotto indicato:

- Il rapporto tra la luminanza  $L$  bianco e la luminanza  $L$  colore non deve essere minore a 5:1 e non deve essere maggiore di 15:1;
- Il rapporto tra luminanza massima e luminanza minima, in ogni area bianca o di colore di sicurezza, non deve essere maggiore di 10:1.

I pittogrammi devono avere dimensioni tali da consentire una corretta individuazione e visibilità. Salvo diverse indicazioni di legge, la distanza di visibilità deve essere determinata utilizzando la formula seguente:

$$d = s \times p$$

dove:

d: è la distanza di visibilità;

s: è una costante pari a 100 per segnali illuminati esternamente e pari a 200 per segnali illuminati internamente;

p: è l'altezza del pittogramma.

In funzione delle caratteristiche del luogo si devono scegliere:

- apparecchi permanenti (sempre accesi) dove le vie d'esodo sono difficilmente individuabili a causa dell'oscurità (es. cinema, discoteca, ecc.) o ad alta densità di occupanti (attività commerciali con superficie lorda superiore ai  $400\text{m}^2$ ).
- apparecchi non permanenti (solo emergenza) nei locali normalmente illuminati dove le vie d'esodo sono chiaramente identificabili in condizioni ordinarie.

La valutazione delle modalità di evacuazione in caso di emergenza e di conseguenza dei percorsi d'esodo e dei relativi pittogrammi di segnalazione, deve essere effettuata dal datore di lavoro.

## **15. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte così come prescritto dalla legge n° 186 del 1/3/1968 e dal D.M. 37/08.

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti devono essere conformi:

- alle Norme C.E.I. e U.N.I.
- alle prescrizioni dei VV.F. e delle Autorità locali;
- alle prescrizioni e indicazioni della società erogatrice di energia elettrica per i punti di consegna;
- alle prescrizioni e indicazioni di Telecom Italia;

Le principali leggi e norme alle quali occorre attenersi durante la realizzazione degli impianti sono (con modifiche ed integrazioni):

### Legge 186 del 1 marzo 1968

*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.*

### Legge 791 del 18 ottobre 1977

*Attuazione della direttiva CEE 72/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico.*

### D.M. 16 febbraio 1982

*Modificazioni del D.M. 27/9/65, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi.*

### Legge 13 del 9 gennaio 1989

*Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati.*

### D.M. 236 del 14 giugno 1989

*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.Lgs 528 del 19 novembre 1999

*Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n. 494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili.*

### D.P.R. 462 del 22 ottobre 2001

*Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.*

### DECRETO 22 gennaio 2008 n.37

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

D.Lgs 81 del 9 aprile 2008

*Attuazione dell'art. 1 della Legge 3/08/07 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.*

Prescrizioni della Società erogatrice dell'energia elettrica

*Interne della Società erogatrice di energia elettrica in materia di allacciamenti e prese d'utente.*

Prescrizioni A.S.L. e I.S.P.E.S.L.

*Emanate in materia di sicurezza ed igiene degli ambienti di lavoro.*

Prescrizioni dei Comandi VV.F. competenti per territorio

*Emanate dal M.I. in materia di prevenzione incendi.*

Altre norme, leggi regionali, raccomandazioni e disposizioni di Enti pubblici

CEI 0-21 del 2012

*Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica*

CEI 11-17 del 2006

*Impianti di produzione trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.*

CEI EN 61439-1 del 2012

*Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)  
Parte 1: Regole generali.*

CEI EN 61439-2 del 2012

*Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)  
Parte 2: Quadri di potenza.*

CEI 23-51 del 2004

*Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.*

CEI 64-8/1÷7 del 2021

*Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.*

*Parte 1: oggetto, scopo e principi fondamentali.*

*Parte 2: definizioni.*

*Parte 3: caratteristiche generali.*

*Parte 4: prescrizioni per la sicurezza.*

*Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici.*

*Parte 6: verifiche.*

*Parte 7: ambienti ed applicazioni particolari.*

CEI EN 62305-1 del 2013

*Protezioni contro i fulmini.*

*Parte 1: principi generali.*

*Parte 2: valutazione del rischio.*

*Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.*

*Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.*

CEI 81-29 del 2020

*Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305*

UNI EN 1838 del 2010

*Illuminazione di emergenza*

UNI 11222 del 2013

*Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo*

Tab. CEI-UNEL 35024/1 del 1997

*Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V a corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa in aria.*

IEC 364-5-523 del 1983

*Electrical installations of buildings. Part 5: Selection and erection of electrical equipment. Chapter 52: Wiring system. Section 523 - Current - carrying capacities. Appendix A.*

CEI 31-87 (CEI EN IEC 60079-10-1) del 2021

*Costruzione elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas, parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi".*

Direttiva 94/9/CE

*Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (direttiva ATEX).*

Direttiva 99/92/CE

*Misure per la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive (direttiva ATEX).*

D.Lgs 233/2003

*Attuazione della Direttiva 99/92/CE (GU n. 197 del 26-8-2003).*

DECRETO 21 marzo 2005

*MINISTERO DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE: "Terzo elenco riepilogativo di norme armonizzate concernente l'attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva. (GU n. 74 del 31-3-2005).*