

# COMUNE DI SCAFA

## (PROVINCIA DI PESCARA)

FINANZIAMENTO

DECRETO DEL MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA N. 1007 DEL 21.12.2017  
(PUBBLICATO SULLA G.U. SERIE GENERALE N. 42 DEL 20.02.2018 - SUPPLEMENTO ORDINARIO N. 9)

OGGETTO DEI LAVORI

**ADEGUAMENTO SISMICO DELLA PALESTRA ADIACENTE LA  
SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO MICHELANGELO BUONARROTI**

BENEFICIARIO

COMUNE DI SCAFA  
P.ZZA MATTEOTTI N. 5 - 65027 SCAFA (PE)  
P. IVA 00208610683 - CODICE FISCALE 81000070680

UBICAZIONE  
RIFERIMENTI CATASTALI

VIA DELLA STAZIONE - 65027 SCAFA (PE)  
FOGLIO 6, PARTICELLA 342

ELABORATO

**RELAZIONE TECNICA  
IMPIANTO ELETTRICO**

**TAV. IME\_01**

FASE PROGETTO  
DATA DI EMISSIONE

**DEFINITIVO - ESECUTIVO / NOVEMBRE 2018**

PROGETTAZIONE

ARCH. PERSIANI GIAMBATTISTA  
via messico n. 17 - 86039 termoli (cb)  
contatti: 339 4540990 - giamba.persiani@alice.it  
giambattista.persiani@archiworldpec.it

GRUPPO DI LAVORO

AFFIDAMENTO INCARICO

DETERMINAZIONE N. 125/T DEL 09.07.2018

SPAZIO RISERVATO ALLE AMMINISTRAZIONI PER PROTOCOLLI E VISTI

# RELAZIONE TECNICA

## DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto dell'impianto elettrico si compone della presente relazione e degli elaborati denominati come riportato di seguito:

- PLANIMETRIE PER LUCI, FM, MESSA A TERRA
- CALCOLI ILLUMINOTECNICI
- SCHEMI UNIFILARI CON CALCOLI PER LA PROTEZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE

Lo scopo è quello di dimensionare correttamente l'impianto elettrico per i lavori di "**adeguamento sismico della palestra adiacente la scuola secondaria di 1° grado michelangelo buonarroti**"; gli ambienti, in relazione alle attività che vi si svolgono, sono da considerarsi, dal punto di vista dell'impianto elettrico, di tipo ordinario. Il progetto è redatto rispettando la buona tecnica, leggi, normative e regolamenti vigenti, nel seguito esplicitamente richiamate.

## NORME DI RIFERIMENTO

- D.M. 22 gennaio 2008 n. 37, regolamento concernente l'installazione degli impianti;
- D.Lgs 9 aprile 2008 n. 81, testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro;
- L. 1 marzo 1968 n. 186, disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- D.M. 10 aprile 1984, eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fuoriuscenti;
- D.M. 8 marzo 1985, direttive urgenti prevenzione incendi;
- D.P.R. 12 gennaio 1998 n. 37, regolamento per la disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi;
- L. 9 gennaio 1989 n. 13 e D.M. 14 giugno 1989 n. 236, disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche;
- D.P.R. 22 ottobre 2001 n. 462, verifiche verifica impianti di messa a terra, verifiche verifica impianti in luoghi con pericolo di esplosione, verifiche verifica di impianti di protezione da scariche atmosferiche, verifiche verifica impianti elettrici;
- Norma CEI 64-8, impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI 11-1 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali".
- Norma CEI 11-8, impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra;
- Norma UNI EN 12464-1, illuminazione nei posti di lavoro;
- Norma UNI EN 1838, illuminazione di emergenza;
- Allegato 1 Deliberazione CONI n.149 del 06.05.2008
- Prescrizioni dell'Ente distributore (ENEL) per quanto di loro competenza nei punti di consegna e per le cabine di trasformazione.

## NORMATIVE TECNICHE DI ATTUAZIONE

### COMPITI ED OBBLIGHI DELLA DITTA INSTALLATRICE

La Ditta installatrice, oltre ad attenersi alle indicazioni del presente progetto, è tenuta a rispettare tutte le indicazioni legislative vigenti all'atto della realizzazione dell'impianto al fine di eseguire i lavori a perfetta regola d'arte (L. 01.03.1968 n. 186). Nella fase di realizzazione dell'impianto è tenuta a impiegare materiali con marchio IMQ o in alternativa certificate dalla Ditta stessa ed elencate nella dichiarazione di conformità. La Ditta installatrice essendo inoltre, per disposizioni di legge (D.M. 37/2008), responsabile della esecuzione dei lavori e dei collaudi, deve, dopo aver accertato la funzionalità dell'impianto installato ed aver effettuato su di esso, con esito positivo, tutte le verifiche previste dalle norme CEI 64-8 Parte 6 e/o 11-8 capitolo IV, in particolare:

- rilasciare alla committenza la dichiarazione di conformità debitamente compilata e con gli allegati obbligatori secondo quanto previsto dal decreto 37/2008.

### COMPITI ED OBBLIGHI DELLA COMMITTENZA E/O DELLA PROPRIETA'

Il committente e/o il proprietario è tenuto per obblighi di legge a:

- affidare i lavori di installazione, trasformazione, ampliamenti e manutenzione degli impianti alle imprese abilitate;
- affiggere, all'atto della costruzione o ristrutturazione dell'edificio, in maniera ben visibile un cartello che, oltre ad indicare gli estremi della concessione edilizia ed informazione relative alla parte edile, deve riportare il nome dell'installatore dell'impianto o degli impianti e, qualora previsto il progetto, il nome del progettista dell'impianto o degli impianti;
- nel caso di nuovi impianti far pervenire al comune di competenza il progetto e la dichiarazione di conformità ai fini dell'agibilità dell'edificio;
- inviare (nel caso di nuovo impianto o di radicale trasformazione) ai competenti uffici di zona ISESL (I.S.P.E.S.L. DIPARTIMENTO DI PESCARA, corso v. emanuele II, n. 10 – 65100 Pescara la dichiarazione di conformità rilasciata dall'installatore;
- far effettuare a Ditte abilitate la manutenzione e la verifica periodica (almeno ogni due anni come previsto dall'art. 4.1.01 della Norma CEI 11-8) dell'efficienza dell'impianto di terra. Nel caso di alimentazione in MT si deve richiedere all'Ente distributore (ENEL) il valore della *corrente di guasto a terra ed il tempo di eliminazione del guasto* per la rete che alimenta il proprio impianto. Se questi ultimi dati sono cambiati esiste l'obbligo di adeguare l'impianto di terra in maniera che esso sia adeguato a tali valori. I risultati di tali controlli vanno inviati alla USL di competenza territoriale;
- conservare con cura, nello stabile d'interesse:
  - il progetto;
  - la dichiarazione di conformità;
  - la copia della denuncia dell'impianto di terra;
  - i verbali di verifica rilasciati dagli Enti addetti al controllo (USL, SPESL, ecc.).

TIPI DI INSTALLAZIONI E DI PROTEZIONI DA FATTORI ESTERNI

I tipi di posa delle condutture in funzione dei tipi di cavi utilizzati e delle varie situazioni devono essere rispettivamente in accordo con le tabelle 52A e 52B della norma CEI 64-8/5. La posa dei conduttori deve evitare ogni possibile danno o deterioramento da parte di condizioni di influenza come temperatura esterna, sorgenti di calore, presenza di acqua, umidità o corpi solidi (polveri), sostanze corrosive, urti meccanici, vibrazioni, presenza di flora, muffe, irraggiamento solare, vento, ecc. In particolare si raccomandano le indicazioni seguenti.

PER IMPIANTI SOTTO TRACCIA

Per la posa in opera di canaline portacavi (tubi protettivi) seguire sempre dei percorsi esclusivamente orizzontali e verticali logici a partire da scatole di derivazione e/o frutto. Si raccomanda inoltre di scegliere, dove non specificato, la sezione dei cavidotti sempre in maniera che gli stessi possano essere riempiti per non più dei 2/3 del loro diametro interno dai cavi, comunque sempre in maniera da garantire agevolmente infilabilità e sfilabilità dei cavi in esso contenuti. I tubi protettivi devono essere in PVC (rigidi o flessibili) non propaganti l'incendio. Si può usare la serie leggera per i percorsi sotto intonaco, mentre va usato sempre la serie pesante per gli attraversamenti sotto pavimento.

PER IMPIANTI IN CANALINE E PASSERELLE

Per tali condotte a sezione diversa della circolare il rapporto tra la sezione stessa e l'area della sezione retta occupata dai cavi deve essere maggiore o uguale a due. Essi devono assicurare una resistenza meccanica alle sollecitazioni che si possono produrre sia durante la posa che durante l'esercizio. Dove necessita la sovrapposizione di due o più passerelle la distanza minima fra di esse deve essere di almeno 200 mm.

Tabella dati di INPUT, riferimenti normativi, dimensionamento e verifiche

descrizione	norme di riferimento	dimensionamento	verifiche di calcolo	caratteristiche tecniche
tubo corrugato serie media per dorsali	CEI 64/8	cavo N07 3x4 tubo $\Phi = 25\text{mm}$	secondo tabella 2 tubo min $\Phi = 20\text{mm}$	vedi (*)
tubo corrugato serie media per punti luce	CEI 64/8	cavo N07 6x1,5 tubo $\Phi = 25\text{mm}$	secondo tabella 2 tubo min $\Phi = 20\text{mm}$	vedi (*)
tubo corrugato serie media per frutti	CEI 64/8	cavo N07 6x1,5 tubo $\Phi = 25\text{mm}$	secondo tabella 2 tubo min $\Phi = 20\text{mm}$	vedi (*)
scatole per frutti da incasso	CEI 64/8	standard 503		resina antiurto
scatola di derivazione da incasso	CEI 64/8	150x130x69 con coperchio a vite		resina antiurto
apparecchi di comando	CEI 64/8 IMQ	interruttori, deviatori 10A/230V		
prese a spina per uso domestico e similare	CEI 64/8 IMQ	bipasso 10-16°/230V		

TABELLA DATI DI INPUT, RIFERIMENTI NORMATIVI, DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE

## CARATTERISTICHE TECNICHE(\*)

Tubo corrugato pieghevole, autoestinguente;

Norme di riferimento: CEI EN 50086-1, CEI EN 50086-2-2;

Materiale: PVC rigido di colore nero;

Resistenza allo schiacciamento: classe 3, superiore a 750 (N) su 5 cm a  $+23 \pm 2^\circ \text{C}$

Resistenza agli urti: classe 3, 2 kg da 10 cm a  $-5^\circ \text{C}$ ;

Temperatura minima: classe 2,  $-5^\circ \text{C}$ ;

Temperatura massima: classe 1,  $+60^\circ \text{C}$ ;

Resistenza elettrica di isolamento: superiore a 100 megaohm per 500V di esercizio per 1 minuto;

Rigidità dielettrica: superiore a 2000V – 50 Hz per 15minuti

Resistenza al fuoco: supera la prova del filo incandescente alla temperatura di  $850^\circ \text{C}$  secondo la norma CEI EN 60695-2-11.

## COLORE DEI TUBI

Non esistono particolari regole per quanto riguarda il colore dei tubi tranne per l'arancione che è destinato all'identificazione dei materiali propaganti la fiamma. Per i tubi costruiti con materiali non propaganti la fiamma, ad eccezione del giallo, arancione o rosso per non confonderli con quelli propaganti la fiamma, può essere utilizzato qualsiasi colore. L'utilizzo di tubi di diverso colore nella posa sotto traccia può essere comunque utile, come consigliato anche dalla guida CEI 64-100/2, per meglio distinguere il tipo di impianto corrispondente. Si potrebbero ad esempio utilizzare i colori indicati in tabella 1.

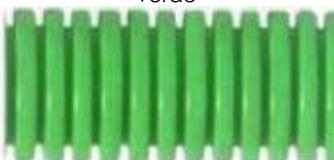
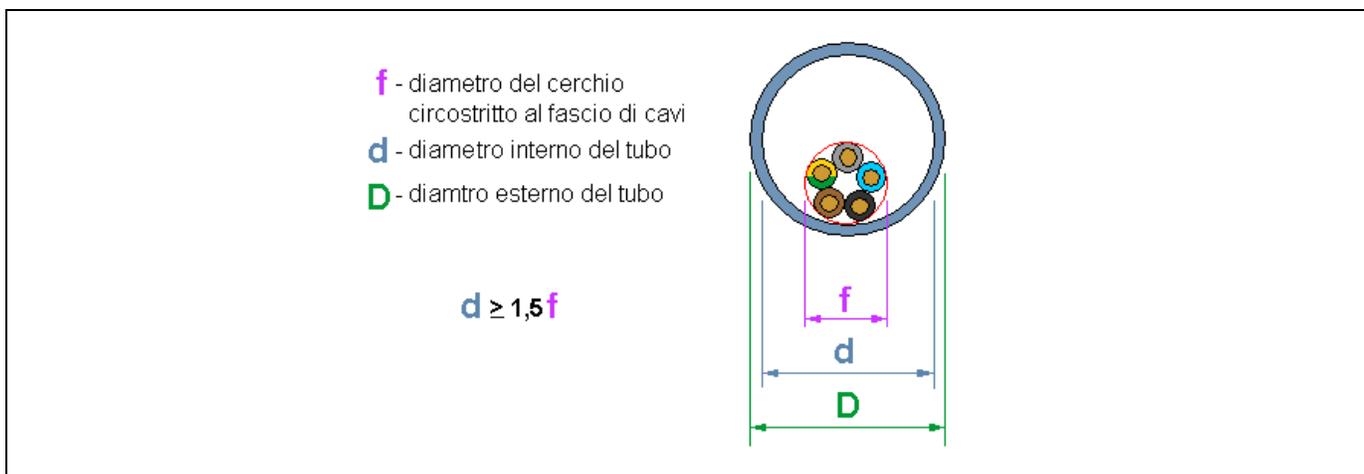
tipo di circuito	colore
distribuzione energia elettrica (potenza, illuminazione, movimentazione, ecc.)	nero 
citofonico (video), audio/video (hi-fi)	blu 
telefonico, trasmissione dati, ricezione segnali tv	verde 
sicurezza (allarme intrusione/furto, soccorso e allarmi tecnici)	marrone 

TABELLA 1 – COLORI CONSIGLIATI

## DIMENSIONE DEI TUBI

Le dimensioni interne dei tubi protettivi e dei relativi accessori dopo la messa in opera devono essere tali da permettere di infilare e tirare agevolmente i cavi. La norma CEI 64-8 raccomanda, pertanto, che sia garantita la sfilabilità dei cavi. A tal fine il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare deve essere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che devono contenere (1,5 volte secondo la guida 64-100/2, figura 5), con un minimo di 10 mm. In ogni caso, per determinare agevolmente il diametro esterno minimo dei tubi in funzione della sezione, tipo e numero dei conduttori, si utilizzano in genere delle tabelle precompilate come riportato nelle tabelle 2 e 3.



La dimensione del tubo può essere stabilita in base alle seguenti regole pratiche:

- definire la quantità di cavi che devono essere infilati nel tubo;
- rilevare il diametro di ogni cavo;
- calcolare il diametro medio dei cavi che formano il fascio;
- definire il diametro del cerchio che circoscrive il fascio di cavi aventi il diametro medio (incrementare del 10% il valore ricavato con tratte superiori a 10 m e del 20% se nella tratta sono presenti più di due curve);
- moltiplicare per 1,5 il valore del diametro del cerchio che circoscrive il fascio di cavi aventi il diametro medio;
- scegliere un tubo con diametro interno non inferiore al valore calcolato al punto precedente

FIGURA 1 – PROCEDURA PER STABILIRE IL DIAMETRO DEL TUBO IN BASE AL FASCIO DI CONDUTTORI CHE DEVE CONTENERE

tubi flessibili											
conduttori		sezione del conduttore (mm <sup>2</sup> )									
tensione nominale	tipo	N	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	
450/750 V	cavo unipolare in PVC (senza guaina)	1	16	16	16	16	16	20	20	25	
		2	16	20	20	25	32	32	32	40	
		3	16	20	25	32	32	32	40	40	
		4	20	20	25	32	32	32	40	50	
		5	20	25	25	32	40	40	50	50	
		6	20	25	32	32	40	40	50	50	
		7	20	25	32	32	40	40	50	--	
		8	25	32	32	40	50	50	50	--	
		9	25	32	32	50	50	50	--	--	
	cavo multipolare in PVC	bipolare	1	20	25	25	32	40	40	50	63
			2	32	40	50	50	63	--	--	--
			3	40	50	50	63	--	--	--	--
		tripolare	1	20	25	25	32	40	50	50	63
			2	40	40	50	63	63	--	--	--
			3	40	50	50	63	--	--	--	--
		quadripolare	1	25	25	32	32	50	--	--	--
			2	40	50	50	63	--	--	--	--
			3	50	50	63	--	--	--	--	--

<b>0,6/1,0 kV</b>	<b>cavo unipolare in PVC o gomma (con guaina)</b>		<b>1</b>	20	20	25	25	32	32	40	40
			<b>2</b>	25	25	32	32	40	50	63	63
			<b>3</b>	32	32	40	40	40	50	63	63
			<b>4</b>	32	32	40	40	50	63	--	--
			<b>5</b>	40	40	50	50	50	63	--	--
			<b>6</b>	40	40	50	50	63	63	--	--
			<b>7</b>	50	50	63	63	63	--	--	--
	<b>bipolare</b>		<b>1</b>	25	32	32	40	50	50	63	63
			<b>2</b>	40	50	50	63	63	--	--	--
			<b>3</b>	50	63	63	--	--	--	--	--
	<b>tripolare</b>		<b>1</b>	25	32	32	40	50	--	--	--
			<b>2</b>	40	50	50	63	63	--	--	--
			<b>3</b>	50	63	63	--	--	--	--	--
	<b>quadripolare</b>		<b>1</b>	32	32	32	40	40	50	50	63
			<b>2</b>	40	50	50	63	--	--	--	--
			<b>3</b>	50	63	63	--	--	--	--	--

TABELLA 2 – DIAMETRO ESTERNO MINIMO DEI TUBI CORRUGATI IN RELAZIONE A SEZIONE, TIPO E NUMERO DEI CONDUTTORI

### CONDIZIONI DI POSA IN BASE AL TIPO DI AMBIENTE

Il tubo protettivo deve essere scelto considerando, oltre il tipo di impianto, anche le caratteristiche ambientali di installazione. La scelta è condizionata infatti dalle sollecitazioni ambientali a cui il tubo è sottoposto: meccaniche, corrosione, termiche, di protezione dalla polvere e dall'acqua, di comportamento al fuoco, ecc. In particolare, secondo la Norma:

- CEI 64-8, art. 522.8.1.6, commento - in funzione della resistenza meccanica si potrà scegliere un tubo di tipo leggero, molto leggero, medio, pesante o molto pesante. Sotto traccia o sotto pavimento si potranno ad esempio utilizzare quelli di tipo medio per la resistenza allo schiacciamento mentre nelle costruzioni prefabbricate si dovranno impiegare tubi pieghevoli autorinvenenti;
- CEI 64-8, art. 527.1.4 - i tubi di colore arancione sono del tipo non propagante la fiamma e si utilizzano annegati in strutture di materiale non combustibile;
- CEI 64-8, art. 528.2.1 - in pavimenti con elementi scaldanti i tubi deformabili al calore devono essere adeguatamente distanziati dagli elementi scaldanti, e negli incroci devono essere separati da un sufficiente spessore di calcestruzzo;
- CEI 64-8, art. 701.520.02 - nei locali da bagno e doccia le condutture devono essere di Classe II senza alcun rivestimento metallico (ad esempio cavi unipolari entro tubi isolanti);
- CEI 64-8, art. 751.04.2.6 - regole particolari devono essere seguite nella scelta del tubo nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio con pericolo d'esplosione.

### CONDIZIONI DI POSA IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE DELLA COSTRUZIONE

La scelta del tubo è subordinata alle caratteristiche della costruzione. Se si tratta di struttura di tipo prefabbricato o gettata in opera, si utilizzeranno, come detto, tubi autorinvenenti (resistenti alle sollecitazioni meccaniche ed alle temperature massime e minime che possono presentarsi durante le varie fasi di costruzione), mentre con strutture edili in mattoni pieni e forati si utilizzeranno tubi normali. Particolare attenzione dovrà essere posta a non modificare la struttura portante dell'edificio come pilastri, solette e travetti di solai e comunque tutte le opere in cemento armato che potrebbero compromettere la stabilità della costruzione. E' bene non tracciare scanalature nelle pignatte, ad esempio per il posizionamento di punti luce a soffitto, eventualmente è possibile infilare direttamente il tubo nelle stesse senza indebolire le stesse, laddove sono utilizzate come blocchi collaboranti

(eventualmente, in caso di necessità, si dovrà chiedere l'autorizzazione del progettista strutturale). Nei limiti del possibile sono da evitare anche eventuali ponti termici. Per evitare di indebolire il pavimento finito è preferibile non posare troppi tubi adiacenti. Il problema può essere risolto collocando sopra agli stessi una rete elettrosaldada (figura 6a) oppure di distanziando i tubi per permettere alla colata del massetto di riempire gli spazi fra tubo un tubo e l'altro (figura 6b).

## TIPI DI CAVI ELETTRICI

I cavi devono essere dimensionati tenendo conto di una caduta di tensione (per impianto funzionante a pieno carico) contenuta entro il 4% della tensione nominale e di una temperatura ambiente di 30 gradi nel caso di posa in tubazioni o cassette. I tipi di cavi devono essere scelti, in base al tipo e al luogo di installazione, tra quelli unificati e normalizzati, in particolare essi dovranno rispondere, come condizioni minime, alle normative CEI 20-22 II (non propagazione dell'incendio) e CEI 20-35 (non propagazione della fiamma).

### ISOLAMENTO DEI CAVI

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra non inferiore a 450-750 V (simbolo di designazione 07). Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensione nominale non inferiori a 300-500V (simbolo di designazione 05). Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti aventi tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

### COLORI DISTINTIVI

I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722 e 00712. In particolare i conduttori di *neutro* e *protezione* devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore *blu chiaro* e con il bicolore *giallo-verde*. Per quanto riguarda i conduttori di *fase*, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: *nero*, *grigio (cenere)* e *marrone*.

### SEZIONI MINIME AMMESSE

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Independentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime dei conduttori in rame ammesse sono di 0.50 mm<sup>2</sup> per circuiti di segnalazione e telecomando e di 1.50 mm<sup>2</sup> per ogni altro uso impiantistico.

### SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI NEUTRI

Nei circuiti monofasi a due fili la sezione del conduttore neutro deve essere la stessa dei corrispondenti conduttori di fase. Nei sistemi polifase (e nei circuiti polifase a tre fili) la sezione dell'eventuale conduttore neutro deve coincidere con quella della fase per sezioni uguali o inferiori a 16 mm<sup>2</sup>, mentre deve essere la metà di quest'ultimo per sezioni superiori a 16 mm<sup>2</sup>.

## SEZIONE DEI CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE

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

sezione del conduttore di fase che alimenta il dispositivo elettrico	conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase	conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase
$\leq 16 \text{ mm}^2$	stessa sezione del conduttore di fase	2.5 mm <sup>2</sup> se protetto meccanicamente 4.0 mm <sup>2</sup> se non protetto meccanicamente
$>16 \text{ e } \leq 35 \text{ mm}^2$	16 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>
$> 35 \text{ mm}^2$	metà della sezione del conduttore di fase	metà della sezione del conduttore di fase

TABELLA IV - SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE

## SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI TERRA

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione con valori minimi, per il rame, di 16 mm<sup>2</sup> se protetto contro la corrosione e di 25 mm<sup>2</sup> se non protetto.

## SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup>. Un conduttore equipotenziale supplementare che connette tra di loro:

- due masse, deve avere sezione non inferiore a quella del conduttore di protezione di sezione minore;
- una massa a masse estranee, deve avere sezione non inferiore a metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione;
- due masse estranee, o che connette una massa estranea all'impianto di terra, deve avere sezione non inferiore a 2.5 mm<sup>2</sup> se, prevista una protezione meccanica, 4.0 mm<sup>2</sup> se non prevista una protezione meccanica.

## RESISTENZA DI ISOLAMENTO

Per tutte le parti di impianto comprese fra due fusibili o interruttori automatici successivi o poste a valle dell'ultimo fusibile o interruttore automatico, la resistenza di isolamento verso terra o fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse non deve essere inferiore a:

- 500.000 Ohm per i sistemi a tensione nominale verso terra uguale o superiori a 50 V;
- 250.000 Ohm per i sistemi con tensione nominale verso terra inferiore a 50 V.

## CONNESSIONI ELETTRICHE

Le connessioni elettriche tra i conduttori e tra i conduttori ed altri componenti devono assicurare una continuità elettrica duratura e presentare un'adeguata resistenza meccanica. A tal proposito si raccomanda l'uso di appositi morsetti a vite. Le connessioni inoltre devono essere realizzate in appositi involucri ispezionabili (cassette di derivazione, box, ecc.) e non sono ammesse connessioni con saldatura a stagno.

## PRESE A SPINA

Le prese a spina devono essere installate nella modalità (altezza, inclinazione, ecc.) e nei luoghi in maniera da rispettare le condizioni di impiego per le quali sono state costruite. Le operazioni di posa e le manovre ripetute alle quali le prese a spina possono essere sottoposte durante l'esercizio, non devono alterarne il fissaggio, sollecitare i cavi ed i morsetti di collegamento.

## PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti.

### PROTEZIONI DEGLI IMPIANTI DA SOVRACORRENTI

La protezione contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8, terza edizione – capitolo 43. In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1.45 volte la portata di ( $I_z$ ). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1.45 I_z$$

La seconda disuguaglianza sopraindicata è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle Norme CEI 23-3. Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di sovraccarico e di cortocircuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose. Ciò avviene quando l'energia lasciata transitare dal dispositivo di protezione  $I_2t$  nel caso di corto circuito è minore o uguale all'energia sopportabile dal cavo  $K^2S^2$  (Norme CEI 64-8). Le protezioni adoperate devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. All'inizio di ogni impianto utilizzatore deve essere installato un interruttore generale onnipolare munito di adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.

### PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI DIRETTI

#### *Protezione totale mediante isolamento delle parti attive*

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con isolamento che ne impedisca il contatto e possa essere rimosso solo mediante distruzione ed in grado di resistere agli sforzi meccanici, termici ed elettrici cui può essere soggetto nell'esercizio. Vernici, lacche, smalti e simili da soli non sono in genere considerati idonei.

#### *Protezione totale mediante involucri o barriere*

Le parti attive devono essere racchiuse entro involucri o dietro barriere che assicurino almeno il grado di protezione IP2X o IP4X nel caso di superfici superiori di involucri o barriere orizzontali se a portata di mano.

#### *Protezione parziale mediante ostacoli*

Gli ostacoli devono impedire l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive ed il contatto

non intenzionale con parti attive sottotensione (tale protezione può essere applicata nella pratica solo alle officine elettriche o cabine di trasformazione).

#### *Protezione parziale mediante distanziamento*

Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano (tale protezione può essere applicata nella pratica solo alle officine elettriche o cabine di trasformazione).

#### *Protezione addizionale mediante interruttori differenziali*

L'impiego di interruttori differenziali con corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30 mA, viene riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o per incuria da parte degli utilizzatori.

## PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

---

Al fine di evitare danni a persone, animali o cose dovuti a contatti indiretti con parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori (masse), normalmente non in tensione, ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione, devono essere predisposte protezioni differenziali coordinati con efficienti impianti di collegamento a terra. Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate o simili) deve avere un proprio impianto di terra. A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione delle acque o del gas nonché, tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso che potrebbero indurre potenziale di terra.

## ELEMENTI DI UN IMPIANTO DI TERRA

---

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti Norme CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- il dispersore di terra intenzionale (DA), costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- eventuali dispersori di fatto (DN) come ferri di armatura, camicie dei pozzi o altre strutture metalliche immerse nel terreno o calcestruzzo;
- il conduttore di terra (CT), destinato a collegare i dispersori fra di loro ed al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata;
- il conduttore di protezione (PE) parte dal collettore di terra ed arriva in ogni alloggio e/o edificio, deve essere collegato a tutte le prese a spina o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili;
- il collettore o nodo principale di terra (MT) rappresenta il punto nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, e di equipotenzialità;
- il conduttore equipotenziale principale (EQP) e secondario (EQS), ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte

dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

## IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Il livello di illuminamento dei locali deve essere calcolato in funzione della loro destinazione d'uso e gli apparecchi di illuminazione devono essere adatti per grado di protezione ai luoghi dove essi sono installati. I valori minimi di illuminamento devono essere garantiti in ogni condizione di luce naturale, integrando l'illuminazione naturale stessa con l'illuminazione artificiale. Devono essere presi adeguati provvedimenti per la installazione degli apparecchi illuminanti in modo tale da evitare abbagliamenti diretti ed indiretti. Nei luoghi di lavoro ed in quelli dove si prevedono affollamenti di persone ed in altri casi particolari devono essere predisposte opportune luci di emergenza per consentire la evacuazione della persone nel caso di mancanza di alimentazione. Tali luci devono essere ubicate opportunamente per espletare la funzione voluta e devono garantire un illuminamento medio nelle zone interessate pari a 5 lux.

## PRESCRIZIONI PER AMBIENTI ED APPLICAZIONI PARTICOLARI

Nella sezione 7 della norma CEI 64-8 sono stati definiti le tipologie di ambienti ed applicazioni particolari che necessitano, oltre che delle indicazioni precedenti, di particolari requisiti e/o prescrizioni particolari. Pertanto quando gli impianti elettrici sono installati nei luoghi di seguito elencati bisogna seguire, oltre le indicazioni del progettista, le indicazioni contenute nella sezione della 64-8.

### COLLEGAMENTO EQUIPOTENZIALE SUPPLEMENTARE NEI LOCALI DA BAGNO

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra loro:

- i tubi metallici rivestiti con materiale non conduttore;
- i tubi dell'impianto di riscaldamento e del gas con i tubi dell'acqua calda e fredda;
- le masse degli apparecchi elettrici (come lo scaldabagno e gli apparecchi alimentati con prese a spina) collegati attraverso il conduttore di protezione;
- altre eventuali masse estranee, come apparecchi di condizionamento, ecc.;
- i tubi dell'acqua calda - fredda (se metallici) con i rispettivi condotti metallici di scarico della vasca, della doccia, dei lavandini delle macchine lavatrici, ecc.

Nel caso della vasca da bagno il collegamento può essere fatto direttamente tra il gruppo dell'acqua calda - fredda e la vasca stessa in particolare per le tubazioni metalliche, è sufficiente che le stesse siano collegate con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione. E' vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione. Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime (2.5 mm<sup>2</sup> (rame) per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco, 4.0 mm<sup>2</sup> (rame) per collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete). Riguardo al posizionamento dei frutti e degli apparecchi elettrici bisogna rispettare quanto prescritto nella norma CEI 64-8 sezione 7 in riferimento alle zone che viene esemplificato nella figura seguente:



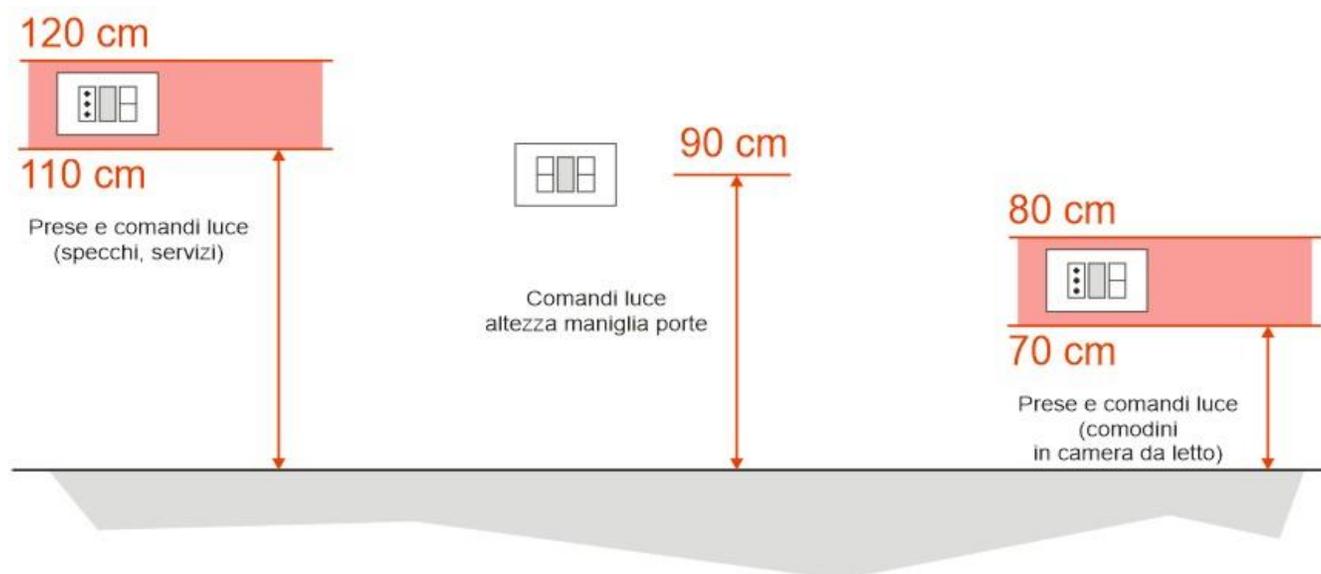


FIGURA 2 – ALTEZZA DI INSTALLAZIONE CONSIGLIATA DELLE PRESE A SPINA E DEI COMANDI SECONDO LA GUIDA CEI 64-50.

## CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI APPARECCHI DI COMANDO

La qualità dei materiali dovrà essere certificata secondo le norme ISO 9000. Ogni apparecchiatura di comando dovrà riportare sul proprio involucro i seguenti dati identificativi:

– Casa Produttrice – marchio IMQ – caratteristiche nominali – identificazione dei morsetti di collegamento – eventuale schema di collegamento. Gli apparecchi prescritti sono conformi ai disposti in materia di eliminazione delle barriere architettoniche espressi dal Decreto del Ministero dei LL.PP. n. 236 del 14 giugno 1989 (regolamento di attuazione dell'articolo 1 della L. 9 gennaio 1989, n° 13).

## PRESE A SPINA PER USO DOMESTICO E SIMILARE

La norma tecnica che regola le caratteristiche a cui le prese a spina per uso domestico e similare devono rispondere è la CEI 23-50 (apparecchi di comando non automatici per uso domestico e similare). Le caratteristiche tecniche delle prese a spina per uso domestico e similare dovranno essere tali da consentire un loro impiego nell'impianto a cui sono destinati e pertanto i loro dati tecnici di targa dovranno essere in linea con i dati progettuali di ingresso dell'impianto stesso, di seguito esposti: tensione di esercizio monofase 230 V – frequenza di rete (50 Hz). La serie commerciale delle prese per uso domestico e similare prescritta a progetto è la stessa di quella scelta per le apparecchiature di comando e dunque per gli accessori necessari alla corretta installazione (supporti, placche di copertura, ecc.).

## PROGETTO DELLA RETE ELETTRICA

### CARATTERISTICHE GENERALI

L'impianto in oggetto è un impianto di distribuzione di energia elettrica per illuminazione e forza motrice per tensioni alternate fino a 1000 V (1ª categoria). La consegna dell'Ente distributore (ENEL), è di tipo trifase con neutro a 400/230 V con potenza di installazione prevista fino a 30 kW ed ha una corrente di

cortocircuito di 10KA. La rete di distribuzione secondo il sistema TT (T = collegamento diretto a terra del neutro; T = masse collegate direttamente ad impianto di terra locale indipendente da quello del collegamento di terra del sistema di alimentazione), da realizzare con canalizzazione a vista in PVC/canalina metallica e/o sottotraccia con tubi protettivi in PVC, è stata effettuata a partire da un quadro elettrico generale (QE) verso gli utilizzatori.

## QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici devono essere realizzati in lamiera verniciata e/o in PVC, come riportati negli schemi unifilari, di tipo a parete, provvisti di portelli a vista ed ubicati come riportato nel layout. Per i tipi di interruttori, cavi e relativi carichi fare riferimento agli schemi unifilari. Tutti gli interruttori ed i dispositivi presenti nei quadri devono essere contrassegnati con etichette che indicano chiaramente la parte del circuito a cui essi fanno capo.

## IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'illuminazione generale nei locali deve essere realizzata con punti luce a soffitto (come riportato nel layout) con corpi illuminanti a LED che rispettino le vigenti norme per la costruzione degli apparati elettrici. L'impianto di illuminazione della palestra dove viene praticata l'attività di pallavolo/pallacanestro, è stato calcolato in riferimento al tabella B dell'Allegato 1 – Deliberazione CONI n.149 del 06.05.2008 (vedi calcolo illuminotecnica allegato). La dislocazione dei corpi illuminanti e dei suoi punti di comando è riportato nel layout dove sono indicate anche il tipo di alimentazione (che comunque deve essere distinta da quella per le prese FM), relative protezioni, sezionamenti e tipi di cavi.

## DISTRIBUZIONE PRESE

Sono state disposte, come riportato nel layout, prese di corrente di tipo bipasso da 10-16 A, secondo le esigenze, espresse e/o implicite, del committente. L'alimentazione di queste prese deve essere fatta, a seconda del tipo di posa con cavo multipolare di tipo FG7 con sezioni desumibili dal layout, ogni presa deve essere corredata da conduttore di protezione con sezione identica a quella di alimentazione ma di colore normalizzato giallo-verde.

## IMPIANTO LINEE DI TELECOMUNICAZIONI

Gli impianti di TLC riguardano una linea telefonica. La posa in opera di tali impianti deve essere realizzata con appositi cavidotti e cavi distinti dall'impianto elettrico che devono essere posati in tubi protettivi distinti da quelli di alimentazione degli apparecchi elettrici.

## SISTEMI DI PROTEZIONE

### PROTEZIONI PER LE SOVRACORRENTI

La protezione principale delle persone, degli impianti e dei dispositivi ad essi collegati derivante da eventuali sovraccarichi e/o cortocircuiti è affidata ad interruttori automatici magnetotermici conformi alle normative CEI 23-3. Gli stessi interruttori serviranno per il sezionamento dell'impianto nel caso di manutenzione ordinaria o ricerca guasti. La corrente nominale ( $I_n$ ) degli interruttori è stata scelta in

funzione della corrente di impiego ( $I_b$ ) e di quella della portata nominale ( $I_z$ ) dei cavi secondo la relazione:  $I_b \leq I_n \leq I_z$ .

Il potere di interruzione dei dispositivi di protezione è stato scelto di valore almeno pari alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. Le caratteristiche dei due dispositivi magnetico e termico sono stati coordinati in modo che l'energia  $I^2t$  che il dispositivo di protezione lascerà transitare nel caso di cortocircuito non superi l'energia  $K^2S^2$  che il cavo ad esso connesso possa dissipare ( $I^2t \leq K^2S^2$ ). Lo schema dei quadri, le caratteristiche dei dispositivi ed i calcoli per il coordinamento con i carichi ed i loro cavi di alimentazione sono riportati nei layout di progetto.

#### PROTEZIONI DAI CONTATTI DIRETTI

---

Le protezioni adottate nell'impianto per evitare il danno causato contatti diretti con parti in tensione sono:

- protezione totale mediante isolamento delle parti attive;
- protezione addizionale mediante interruttori differenziali con  $I_{dn} \leq 30$  mA.

#### PROTEZIONI DAI CONTATTI INDIRETTI

---

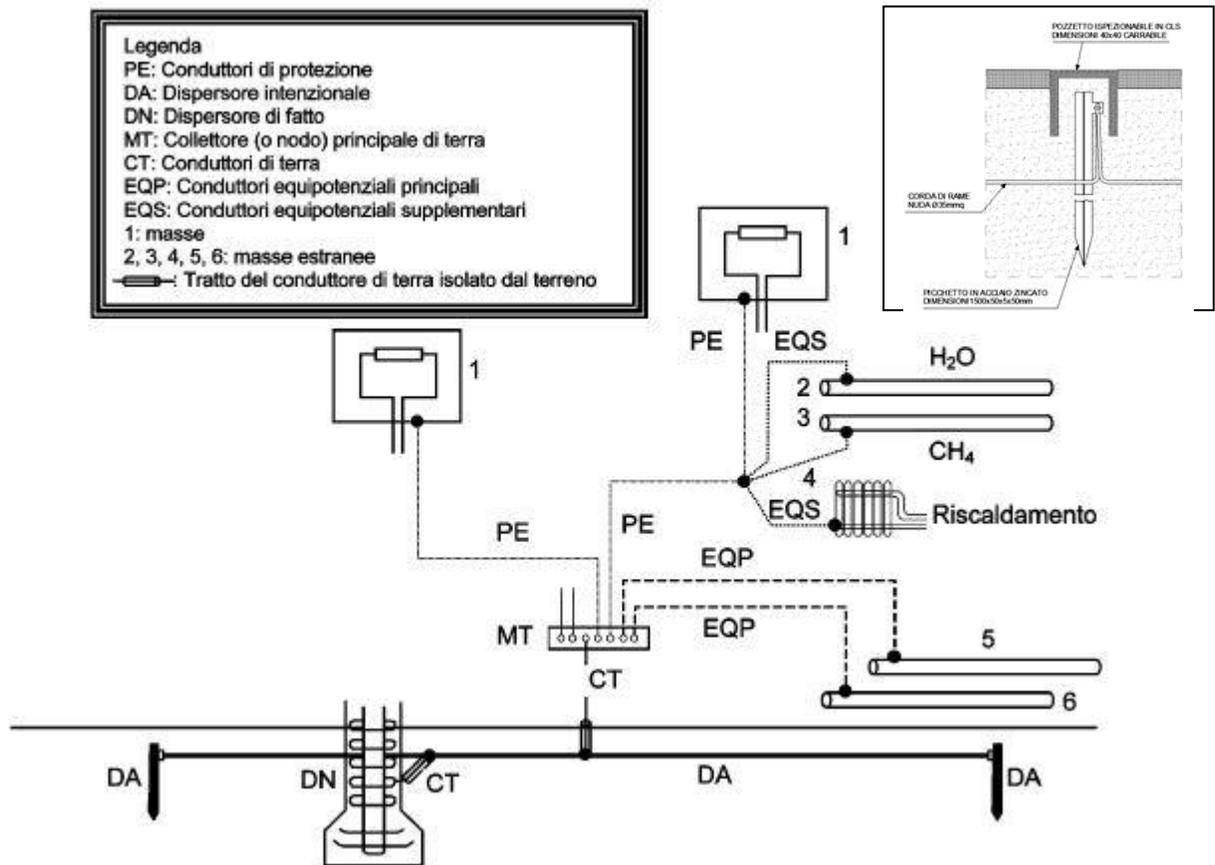
Le protezioni adottate nell'impianto al fine di evitare danni a persone, animali o cose causati da contatti indiretti cioè con parti normalmente non in tensione (parti metalliche di apparecchi di utilizzatori, involucri metallici di quadri elettrici, lampade, ecc.), ma che per guasti sull'isolamento principale o cause accidentali possono portarsi ad un potenziale pericoloso per le persone (50 V nel caso in oggetto), sono state adottate le seguenti misure:

- protezione mediante interruttori differenziali con  $I_{dn} \leq 30$  mA coordinata con un efficace impianto di messa a terra.

#### IMPIANTO DI TERRA

---

Per la protezione da eventuali contatti indiretti si dovrà realizzare un adeguato impianto di messa a terra mediante n. 4 paline da ml 1.50, in acciaio ramato o in acciaio zincato a caldo, delle masse completato da collegamenti equipotenziali fra masse, masse estranee, altre masse estranee estese che possano indurre un potenziale di terra. L'impianto di messa a terra deve dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza; tutti i conduttori facenti parte dell'impianto di terra dovranno essere di colore normalizzato giallo-verde. La resistenza complessiva di terra dovrà essere misurata, nelle normali condizioni di impiego, ed il suo valore dovrà essere tale da non provocare una tensione di guasto verso terra per ogni possibile utenza non superiore a 50 V (paragrafo 413.1.4.2 delle norme CEI 64-8/4). Si riporta di seguito lo schema di collegamento dell'impianto di terra.



SCHEMA DI COLLEGAMENTO IMPIANTO DI TERRA

## CONCLUSIONI

Dalle indicazioni contenute nella presente relazione si evince che la sicurezza di un impianto elettrico dipende, oltre che dal rispetto delle normative richiamate, da:

- un corretto dimensionamento dell'intero impianto attraverso un'accurata progettazione;
- un uso di materiali conformi alle normative vigenti;
- una installazione corretta ed accurata di tutti gli elementi dell'impianto, seguendo la regola dell'arte e della buona tecnica tenendo conto anche della compatibilità con gli impianti preesistenti;
- un corretto utilizzo dell'impianto rispettando le condizioni di impiego dei dispositivi elettrici e della capacità di carico per la quale l'impianto è stato progettato;
- una sistematica manutenzione e/o modifiche degli impianti affidata a Tecnici specializzati;

**L'intero impianto quindi, se correttamente realizzato ed utilizzato e se sottoposto a manutenzione non difettosa, è capace da salvaguardare la sicurezza delle persone e dei beni.**