



AZIENDA CON SISTEMA QUALITA' UNI EN ISO 9001:2000 CERTIFICATO DA ICMQ
Certificato N. 96095 Organismo di progettazione: Attività di Progettazione e
Coordinamento nei settori di specializzazione relativi a Linee Metropolitane,
Ferroviarie e Tranviarie urbane ed extraurbane; Viabilità urbana ed extraurbane;
Parcheggi e Strutture di interscambio; Opere idrauliche, Acquedotti e Fognature;
Riqualificazione del territorio e Bonifiche; Interventi Edilizi; Aerostazioni e Manufatti
Aeroportuali. Gestione del processo costruttivo: Direzione, Coordinamento e
Supervisione Lavori.
Certificato N. 00436 Esperimento Gare d'Appalto riguardanti Lavori e forniture
in conformità alle disposizioni di legge della Repubblica Italiana.

METROPOLITANA MILANESE SPA

Commessa YA

**RILANCIO E RIQUALIFICAZIONE DEI
MERCATI GENERALI DI MILANO**

FASE 1.0

**LOTTO 1.03 – PIATTAFORMA AMBULANTI
CARNE**


PROGETTO ESECUTIVO VALIDATO

**RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO
IMPIANTI ELETTRICI E ALLEGATI**

YA-0246

DATA	COM	WBE	N°	REV	DESCR	REDAT	VERIF	ACQ	APPR
11.07.2011	YA	1EIOO	0246	0	Emissione	*	M.Guzzi	M.Recalcati	M. Recalcati
Febbraio 2013	YA	1EIOO	0246	C	Modifiche per validazione				M. Recalcati
Marzo 2013	YA	1EIOO	0246	11	Progetto esecutivo validato				M. Recalcati

* con la collaborazione di Cold Energy S.r.l.

<p>Il Direttore Tecnico Dott. Ing Dario Comini Ordine degli Ingegneri di Lecco n° 304</p> 	<p>Il Progettista Responsabile dell'integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Dott. Ing. Massimo Recalcati Ordine degli Ingegneri di Milano n°A15444</p>	<p>Il Progettista Responsabile Dott. Ing. Massimo Guzzi Ordine degli Ingegneri di Milano n°15615</p>
---	---	--

ELENCO CAPITOLI

1	INTRODUZIONE	4
1.1	INTRODUZIONE	4
1.2	DATI TECNICI DI PROGETTO	4
1.3	PRESCRIZIONI E NORME	5
1.4	DESCRIZIONE GENERALE	8
1.5	DISTRIBUZIONE PRINCIPALE	9
1.6	IMPIANTO DI FORZA MOTRICE	11
1.7	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	11
1.8	IMPIANTO RETE DI TERRA	12
1.9	CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO	15

1 INTRODUZIONE

1.1 INTRODUZIONE

Nell'ambito dell'intervento si prevede la realizzazione degli impianti elettrici per la nuova Piattaforma Ambulanti Carne del mercato agroalimentare di Milano, in via Lombroso, 54.

1.2 DATI TECNICI DI PROGETTO

Il progetto degli impianti elettrici in oggetto è stato realizzato considerando i seguenti dati tecnici di riferimento:

Categoria sistema di alimentazione II

- Tensione di alimentazione B.T. 380V+N
- Frequenza B.T. 50 Hz
- Caduta di tensione totale 4%

Grado di protezione delle apparecchiature:

- Esterno IP66 – IP55
- Locali tecnici, celle e anticella IP55 – IP4X

Requisiti di illuminazione per interni livello pavimento:

- Celle $E_m=150$ lux $UGRL=25$ $R_a=60$
- Anticelle $E_m=300$ lux $UGRL=25$ $R_a=60$
- Laboratori $E_m=500$ lux $UGRL=19$ $R_a=80$
- Servizi $E_m=200$ lux $UGRL=25$ $R_a=60$

Livelli medi illuminamento di sicurezza:

- Vie di esodo minimo 2 lux
- Uscite di sicurezza minimo 5 lux

Elenco delle potenze elettriche:

- Prese tipo CEE 16A 220V 3.000W con fattore di utilizzazione 0,3
- Prese tipo CEE 32A 380V 8.000W con fattore di utilizzazione 0,25

- Prese tipo CEE 16A 220V 3.000W con fattore di utilizzazione 0,3 per idropulitrici
- Predisposizione utenze per impianto frigorifero
- Carichi dovuti a porte scorrevoli automatiche e portoni sezionali
- Resistenza elettrica per pavimento bassa temperatura
- Impianto di illuminazione 100% della potenza delle lampade e dei loro accessori con coefficiente di utilizzazione 1.

1.3 PRESCRIZIONI E NORME

Tutte le norme e prescrizioni in oggetto si riferiscono alla fornitura ed all'esecuzione di impianti elettrici negli edifici civili ad uso uffici e ad attività terziarie in genere.

Gli impianti si intendono costituiti dal complesso delle condutture elettriche e dai loro accessori, dagli apparecchi di protezione, di manovra e di controllo e dagli utilizzatori esclusi quelli inseriti a mezzo di prese a spina.

Gli impianti ed i loro componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte (Legge n. 186 del 1.3.68).

Le caratteristiche degli impianti elettrici, nonché dei loro componenti, corrisponderanno alle norme di legge, ai regolamenti vigenti, ed in particolare saranno conformi:

- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle autorità locali (USL-ISPEL);
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Ente Fornitore Energia Elettrica per quanto di competenza nel punto di consegna;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Italiana per l'Esercizio delle Telecomunicazioni per quanto di competenza nel punto di consegna;
- alle seguenti disposizioni di legge e principali Norme CEI:

CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata (IX edizione).

CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica.

Linee in cavo (II edizione).

CEI 17-13/1 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione EN 60439-1 (quadri B.T.). Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).

CEI 17-13/3 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione EN 60439-3 (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso.

Quadri di distribuzione (ASD).

CEI 23-8 - Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori. (II edizione).

CEI 23-12/1 - Spine e prese per uso industriale. Parte 1°: Prescrizioni generali (II edizione) EN 60309-1.

CEI 23-12/2 - Spine e prese per uso industriale. Parte 2°: prescrizioni di intercambiabilità EN 60309-2 dimensionale per spine e prese con spinotti ad alveoli cilindrici. (II edizione).

CEI 23-14 - Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori.

CEI 23-17 - Tubi protettivi pieghevoli autorinvenenti di materiale termoplastico non autoestinguente.

CEI 23-31 - Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi.

CEI 23-39 - Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni EN 50086-1 generali.

CEI 23-46 - Sistemi di tubi accessori per installazioni elettriche. Parte 2-4: Prescrizioni EN 50086-2-4 particolari per sistemi di tubi interrati.

CEI 23-50 - Prese a spina per usi domestici e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.

CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

CEI 23-54 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-1: Prescrizioni EN 50086-2-1 particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori.

CEI 23-55 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-2: Prescrizioni EN 50086-2-2 particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori.

CEI 23-56 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-3: Prescrizioni EN 50086-2-3 particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori.

CEI 31-30 - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. EN 60079-10 Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi.

CEI 31-33 - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas.

EN 60079-14 Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).

CEI 31-35 - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas.

Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30).

Classificazione dei luoghi pericolosi (comprese varianti V1 e V2).

CEI 31-35/A - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas.

Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30). Classificazione dei luoghi pericolosi. Esempi di applicazione.

CEI 34-21 - Apparecchi di illuminazione. Parte I: Prescrizioni generali e prove EN 60598-1 (III, IV, V edizione).

CEI 34-22 - Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di EN 60598-2-22 emergenza (II edizione).

CEI 34-23 - Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi EN 60598-2-1 fissi per uso generale (II edizione).

CEI 34-30 - Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Proiettori EN 60598-2-5 (II edizione).

CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori (VI edizione).

CEI 64-12 - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.

CEI 64-50 - Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici.

CEI 81-10 - Protezione contro i fulmini. Parte 1-2-3-4. EN 62305-1-2-3-4

Legge n. 186 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, del 01/03/68 macchinari, installazioni di impianti elettrici ed elettronici.

Legge n. 791 - Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee del 18/10/77 (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.

DPR n. 462 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di del 22/10/01 installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

DM n. 37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13 del 22/01/08 lettera a9 della legge n.248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

DL n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 03 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della

del 09/04/08 della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

UNI 10779 - Impianti di estinzione incendi - reti di idranti - progettazione, installazione ed esercizio.

UNI EN 12845- Installazioni fisse antincendio - sistemi automatici a sprinkler - progettazione, installazione e manutenzione.

Ogni altra prescrizione, norma, regolamentazione e raccomandazione emanata da eventuali Enti ed applicabile agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.

1.4 DESCRIZIONE GENERALE

La piattaforma, di nuova edificazione, in cui si realizzano gli impianti elettrici è suddivisa in 17 spazi distinti in 6 tipologie ed una zona servizi.

- Tipologia 1 costituita da 1 cella a 0°C 3,80x3,65x3,00 h., 1 laboratorio 3,80-4,00x3,10x3,00 h. ed un' anticella 2,80-3,00x6,85x4,50 h. (8 postazioni);
- Tipologia 2 costituita da 1 cella a 0°C 6,90x3,15x3,00 h, 1 anticella 6,90x3,60x4,50 h. (2 postazioni);
- Tipologia 3 costituita da 1 cella a 0°C 3,85x3,15x3,00 h, 1 laboratorio sup.34,2 m² (1 postazione);
- Tipologia 4 costituita da 1 cella a 0°C 3,75 x 3,15 x 3,00 h, 1 cella a -20 °C 2,85x1,35x3,00 h, 1 anticella 2,80-3,00x5,20x4,50 h. ed un laboratorio/anticella 3,60x3,80-4,00x 4,50 h. (2 postazioni);
- Tipologia 5 costituita da 1 deposito 6,90x6,85x4,50 h. (3 postazioni);
- Tipologia 6 costituita da 1 cella a 0°C 3,80x2,65x3,00 h., 1 cella a 0°C 3,09x2,65x3,00 h., 1 cella a -20 °C 6,56x6,65x3,00 h. ed un' anticella 6,99x4,10x4,50 h. (1 postazione);
- Pensilina esterna intorno alla struttura;
- Zona servizi costituita da spogliatoio, servizi igienici, disimpegni distinti per uomini e donne.

Gli impianti da realizzare previsti in progetto sono:

- impianto elettrico di distribuzione BT
- impianto elettrico di forza motrice di servizio;
- predisposizione impianti elettrici a servizio degli impianti frigoriferi (interruttori magnetotermici inseriti nei quadri elettrici così come riportato negli schemi elettrici);
- impianti di illuminazione ordinaria e di sicurezza;
- impianti di illuminazione esterna.

1.5 DISTRIBUZIONE PRINCIPALE

Sono previsti n.18 contatori per le postazioni ubicati nella piattaforma Ambulanti Carne collocati all'interno del locale contatori sito nella cabina elettrica posta a Sud-Est della piattaforma.

L'alimentazione dei contatori dovrà essere garantita da una nuova cabina posizionata non molto lontano dalla piattaforma in modo da limitare al massimo la caduta di tensione della linea di alimentazione (vedasi elaborato YA-0220).

Attraverso una prima parte di conduttura interrata costituita da polifere ed una successiva conduttura costituita da canalina metallica allocata sull'estardosso dei pannelli di soffitto, dal locale contatori si alimenteranno i quadri di zona:

QAC1.1 - postazione 1 tipologia 1 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC1.2 - postazione 2 tipologia 1 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC1.3 - postazione 3 tipologia 1 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC1.4 - postazione 4 tipologia 1 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC1.5 - postazione 5 tipologia 1 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC1.6 - postazione 6 tipologia 1 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC1.7 - postazione 7 tipologia 1 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC1.8 - postazione 8 tipologia 1 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC2.1 - postazione 1 tipologia 2 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC2.2 - postazione 2 tipologia 2 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC3 - postazione 1 tipologia 3 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC4.1 - postazione 1 tipologia 4 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC4.2 - postazione 2 tipologia 4 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC5.1 - postazione 1 tipologia 5 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC5.2 - postazione 2 tipologia 5 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC5.3 - postazione 3 tipologia 5 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

QAC6 - postazione 1 tipologia 6 (ubicato in anticella della postazione suddetta);

Per le utenze comuni e per la zona servizi è previsto un contatore e relativo quadro di zona

QSC – Quadro servizi comuni (ubicato in locale ripostiglio).

La distribuzione principale all'interno della sezione della piattaforma ambulanti carne è prevista con l'installazione di canale portacavi d'acciaio zincato fissate a parete o poste a soffitto.

Le calate ai quadri di distribuzione ed ai quadri tecnologici saranno realizzate in canali portacavi di acciaio zincato completi di coperchio.

Le linee principali di distribuzione per l'alimentazione dei quadri di distribuzione, dei quadri di comando e delle utenze tecnologiche, posate entro canalizzazioni portacavi, in cavidotti interrati o con pose non protette, saranno realizzate in cavo tipo FG7R / FG70R.

I quadri di distribuzione all'interno dei locali sono realizzati con armadi a grado IP55 e porta frontale trasparente, contenenti interruttori automatici, automatici differenziali e differenziali puri a protezione dei circuiti forza motrice ed illuminazione, così come indicato negli elaborati di progetto.

La distribuzione secondaria dal quadro di zona alle singole utenze elettriche sarà realizzata con tipologia da esterno, impiegando canaline portacavi in lamiera zincata complete di coperchio e con tipologia interna con cassette di derivazione, tubazioni in PVC rigido serie pesante, guaine PVC flessibili, cavi multipolari tipo FG70R e conduttori unipolari tipo N07V-K.

1.6 IMPIANTO DI FORZA MOTRICE

La distribuzione dell'impianto di forza motrice si sviluppa per la massima parte per la alimentazione degli impianti tecnologici.

Nelle anticelle sono previste prese di servizio; all'esterno di ogni gruppo cella sono previste batterie di prese interbloccate con fusibili, tipo CEE 17, IP66, equipaggiate con una presa 3x32A+T ed una presa 2x16A+T, alimentate dalle linee dorsali in passerella portacavi per mezzo di cassetta di derivazione, tubo PVC rigido 25mm per la calata e cavo tipo FG70R 5G6.

Dai quadri di distribuzione di zona sono derivate le linee elettriche ai quadri di comando degli impianti e le linee elettriche relative alle luci e prese; tutte le utenze sono alimentate attraverso calate dalla dorsale in canalina portacavi per mezzo di cassette di derivazione, tubo PVC rigido di protezione e cavo tipo FG70R.

Analogamente dai quadri di distribuzione di zona sono derivate delle linee di alimentazione degli automatismi delle porte frigorifere.

1.7 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Gli impianti di illuminazione sono previsti con tipologia di realizzazione in esecuzione da esterno con grado di protezione IP55; gli impianti sono costituiti da cassette di derivazione in PVC, tubo PVC rigido, cavi tipo FG70R e conduttori unipolari tipo N07V-K; i comandi di accensione avvengono per mezzo di interruttori unipolari (locali tecnici e celle) e pulsanti unipolari luminosi (sale, corridoi e celle con più porte di accesso).

Il progetto prevede l'installazione delle seguenti tipologie di apparecchi illuminanti:

- plafoniere per lampade fluorescenti 2x58 W con corpo e schermo in policarbonato autoestinguente IP65, cablaggio elettronico EEI A2, all'interno delle cella a 0°C, anticella e laboratori;
- plafoniere per lampade fluorescenti 2x18 W con corpo e schermo in policarbonato autoestinguente IP65, cablaggio elettronico EEI A2, all'interno dei locali del blocco servizi;
- apparecchi per lampade fluorescenti 2x55 W corpo in alluminio stampato in un unico pezzo verniciato a polvere epossipoliestere di colore bianco, schermo in policarbonato autoestinguente V2, stabilizzato agli UV, trasparente, stampato ad iniezione con superficie esterna liscia e prismaticizzata all'interno per le celle a bassa temperatura (-20°) C;

- riflettori industriali IP65 per lampada HQI 250W con ottica diffondente, vetro di protezione ed accessori per l'installazione da esterno sotto la struttura di copertura della pensilina.

Tutte le plafoniere fluorescenti previste sono dotate di cablaggio elettronico ed equipaggiate con tubi fluorescenti tipo TLD84, 95 lumen/Watt, IRC 86, temperatura di colore 4000°K.

L'illuminazione di sicurezza viene assicurata da:

- inverter con batterie in tampone, autonomia 1 ora, funzionamento “non permanente”, installati all'interno di alcune plafoniere posizionate nelle celle e nelle anticelle e nei locali del corpo dei servizi.

1.8 IMPIANTO RETE DI TERRA

La struttura dell'edificio, come da relazione di valutazione del rischio, risulta essere auto protetta contro le fulminazioni, pertanto non necessita di impianto di protezione contro le scariche atmosferiche né di impianto integrativo (scaricatori di tensione); al fine di garantire una protezione contro le sovratensioni in ingresso a tutte le apparecchiature elettroniche e non presenti all'interno del fabbricato, si è stabilito di prevedere comunque limitatori di sovratensione nei quadri di distribuzione servizi.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto dispersore di terra costituito da:

- dispersori verticali a croce in acciaio zincato 50x50x5mm l=1,5m infissi nel terreno ed ispezionabili in pozzetto di cls con chiusino carrabile;
- dispersore orizzontale in corda di rame nuda 35mm² interrata lungo il perimetro del fabbricato e destinata al collegamento dei dispersori verticali, dei ferri d'armatura dei pilastri (dispersori di terra naturali), della rete elettrosaldata annegata sotto la pavimentazione;
- collettore di terra, in sbarra di rame forata, posto nel locale quadro BT.

L'impianto dovrà essere coordinato con i parametri forniti dal Distributore.

Il conduttore di protezione consistente in un conduttore isolato giallo-verde, sarà posato nelle canalizzazioni portacavi, con funzione di conduttore equipotenziale principale da cui si derivano i conduttori utilizzati per i collegamenti equipotenziali sulle masse metalliche e sulle masse estranee all'interno del fabbricato. I collegamenti saranno realizzati con conduttori di sezione minima 6mm², completi di capicorda, morsetti e fascette stringitubo.

Tutte le masse metalliche degli apparecchi elettrici ed i poli centrali delle prese f.m. saranno collegate alla sbarra PE del rispettivo quadro di alimentazione attraverso il conduttore di protezione singolo o facente parte del relativo cavo.

Le sezioni minime impiegate per i conduttori di protezione sono le seguenti:

- sezione uguale alla sezione del conduttore di fase per sezioni $\leq 16\text{mm}^2$;
- 16mm^2 per sezioni del conduttore di fase comprese tra 16 e 35mm^2 ;
- metà del conduttore di fase per sezioni $\geq 35\text{mm}^2$.

Occorre realizzare un nodo equipotenziale, a questo nodo occorre collegare:

1. Masse (conduttori di protezione);
2. Masse estranee (conduttori equipotenziali);
3. Schermi, se installati, contro le interferenze elettriche;
4. Eventuali griglie conduttrici nel pavimento;
5. L'eventuale schermo metallico del trasformatore di isolamento

La sezione nominale dei conduttori equipotenziali deve essere non inferiore a 6 mm^2 in rame.

Il nodo equipotenziale deve essere collegato all'impianto di terra dell'edificio per mezzo di un conduttore per la rete di terra non inferiore a 16 mm^2 in rame.

Nei locali ordinari il valore di tensione limite di contatto $U_L = 50\text{ V}$. Affinché l'impianto di terra risulti funzionale all'impianto elettrico occorre che il valore di resistenza dovrà essere inferiore a:

$$R_T \leq \frac{50}{I_D} = \frac{50}{0,30} = 166,666\ \Omega$$

Calcolo dell'impianto di terra

Corrente differenziale $I_d = 0,3 \text{ [A]}$

Resistenza richiesta

$$R \leq \frac{50}{I_d} = 166,667 \text{ } \Omega$$

Resistività del terreno $\rho = 500 \text{ } [\Omega \cdot \text{m}]$

Resistenza maglia interrata

Area della maglia interrata $A = 0 \text{ } [\text{m}^2]$

Lunghezza totale dei conduttori $L = 0 \text{ } [\text{m}]$

$$R_m = \rho / 4 * ((3,14/A)^{(1/2)} + 4/L) = \text{nessuna maglia } \Omega$$

Resistenza corda nuda interrata

Lunghezza corda nuda $L = 190 \text{ } [\text{m}]$

Raggio della sezione $r = 3,4 \text{ } [\text{mm}]$

Profondità di posa $h = 50 \text{ } [\text{cm}]$

$$R_c = \rho / \pi L (\ln(\sqrt{2L}/\sqrt{(r \cdot h)}) - 1) = 6,52 \text{ } \Omega$$

Resistenza di maglia //corda nuda

$$R_{m+c} = R_m // R_c = (R_m \cdot R_c) / (R_m + R_c) = 6,52 \text{ } \Omega$$

Resistenza totale dei picchetti

Il valore di resistenza di un singolo picchetto a croce di dimensione 5x5 cm, spessore 5 mm e lunghezza 1,5 m vale:

$$R_p = \rho / 2\pi L (\ln(4L/r) - 1) = 212,88 \text{ } \Omega$$

dove:

Lunghezza del picchetto infisso $L = 150 \text{ } [\text{cm}]$

Raggio equivalente del dispersore $r = 4 \text{ } [\text{cm}]$

Numero di picchetti installati $N = 6$

Inserendo 6 picchetti il valore di resistenza della rete di dispersori si ottiene dalla seguente formula:

$$R_{Np} = \rho / N 2\pi L (\ln(4L/r) - 1) = 35,48 \text{ } \Omega$$

Pertanto la resistenza totale di terra sarà:

$$R_{tot} = (R_{Np} \cdot R_{m+c}) / (R_{Np} + R_{m+c}) = 5,51 \text{ } \Omega$$

1.9 CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO

Per il dimensionamento degli interruttori, delle protezioni e dei cavi di alimentazione è stato utilizzato il software I-PROJECT della ditta SCHNEIDER. In fase di progettazione si è tenuto conto dei carichi elettrici presunti delle singole utenze elettriche servite dai quadri, della distanza dai quadri delle singole utenze, della contemporaneità dei singoli carichi elettrici e di tutti i rimanenti parametri che contribuiscono ad una buona progettazione di un impianto elettrico.

Dalla analisi delle verifiche effettuate dal software sulle protezioni e sul dimensionamento dei cavi, si evince come ogni linea elettrica alimentata dal quadro di zona sia idoneamente protetta a monte da un interruttore magnetotermico con l'eventuale presenza del modulo differenziale. Inoltre la dimensione delle condutture elettriche è stata scelta in modo da limitare la caduta di tensione totale ad un valore inferiore al 4% .

Qui di seguito si riportano i calcoli di dimensionamento e le relative verifiche riguardanti i cavi.