



COMUNE DI AGIRA

PROVINCIA DI ENNA



PROGETTO ESECUTIVO

Lavori per la realizzazione di un Centro Comunale di Raccolta
CCR nell'ARO del Comune di AGIRA (EN). Via Sandro Pertini

A.02

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO

SCALA:

DATA: novembre 2023

AGGIORNATO:

IL SINDACO

On. avv. Maria Gaetana Greco

IL DIRIGENTE UTC

Dott. Ing. Gaetano Mineo

Il Dirigente IV Settore Tecnico
Ing. Gaetano Mineo



IL PROGETTISTA

Arch. Cataldo Annibale Ramoscello



IL RUP

Geom. Orazio Fontana

Il Responsabile Unico del Procedimento
Geom. Orazio Fontana



Relazione Tecnica Generale

1.Generalità

La presente relazione tecnica riguarda la progettazione delle opere previste per

“LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DI UN CENTRO COMUNALE DI RACCOLTA CCR NELL’ARO DEL COMUNE DI AGIRA(EN)

La relazione tecnica integra gli elaborati grafici del progetto definitivo con indicazioni descrittive.

1.1 Opere da realizzare

Sono oggetto della presente relazione le seguenti lavorazioni:

- Linee elettriche di distribuzione;
- Quadri elettrici di distribuzione secondaria;
- Impianto di illuminazione ordinaria e di emergenza;
- Punti luce e prese di servizio;
- Impianto di terra ed equipotenziale.

Gli impianti saranno realizzati “a regola d’arte”, sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali, sia per quel che concerne l’installazione.

2. Leggi, norme e regolamenti

2.1 Generalità

L’impianto dovrà essere realizzato “a regola d’arte”, sia per quanto riguarda le caratteristiche dei componenti e materiali, sia per quel che concerne l’installazione. A tal fine dovranno essere rispettate le norme, prescrizioni e regolamentazioni emanate dagli organismi competenti in relazione alle diverse parti dell’impianto stesso, alcune delle quali verranno richiamate, laddove opportuno, nella presente relazione.

Sono comunque preliminarmente richiamate le principali leggi, norme e regolamenti cui il presente progetto si uniforma.

2.2 Prescrizioni generali

Gli impianti devono essere realizzati a regola d’arte come prescritto delle norme di Legge vigenti (DECRETO 22/01/2008 N. 37 e ss.mm.ii.).

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti devono corrispondere alle norme di Legge e di regolamento vigenti. La Normativa tecnica di riferimento è la norma CEI in vigore.

Gli impianti dovranno inoltre essere conformi a:

- Testo unico sulla sicurezza D. Lgs. 81/08;
- Prescrizioni dei VV. F e delle autorità locali;
- Prescrizioni della società di distribuzione dell’energia per la connessione alle reti pubbliche di distribuzione.

2.3 Prevenzione degli infortuni sul lavoro

La Ditta installatrice per quanto riguarda tutte le operazioni eseguite nel cantiere è soggetta alla piena osservanza di tutte le disposizioni derivanti da Leggi, Regolamenti e Norme in vigore per le opere di costruzioni elettriche. Dovrà inoltre rispettare quanto prescritto dalle Norme CEI in merito all'impianto elettrico di cantiere.

2.4 Norme tecniche

2.4.1 Norme generali

- CEI 11-1 1999 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata. Variante V1 (2000)
- CEI 11-17 1997 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo
- CEI 11-37 2003 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria
- CEI EN 62271-200 - Class. CEI 17-6 - Anno 2005 - Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV.
- CEI 64-8 - Class. CEI 64-8/1 - CT 64 - Anno 2007 - Edizione Sesta "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".
- CEI 64-8/7 - Class. CEI 64-8/7 - CT 64 - - Anno 2007 - Edizione Sesta "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari.
- CEI EN 60947-2(17-5) 2004 Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2: interruttori automatici.
- CEI EN 60439-1 2000 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) (17-13/1) Parte 1°: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS) (quarta ediz.).
- CEI EN 60898 1999 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- Legge 5 marzo 1990 n. 46: Norme di sicurezza per gli impianti tecnici, e relativo Regolamento di attuazione (D.P.R. n. 447 del 05/03/90).
- Legislazione vigente per la prevenzione incendi e norme del locale Comando dei Vigili del Fuoco.
- Testo unico sulla sicurezza D.Lgs. 81/08;
- Legge n. 186 del 1 marzo 1968: "Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici"
- Decreto 22/01/2008 N. 37 e ss.mm.ii..

3. Considerazioni tecniche generali e scelte progettuali

3.1 Caratteristiche generali dell'impianto elettrico a BT

L'impianto elettrico dell'area in oggetto è un impianto in bassa tensione (400/230V a 50 Hz), che sarà alimentato da apposito punto di consegna della Società distributrice.

Il sistema elettrico di bassa tensione sarà di tipo TT.

Tutte le masse dell'impianto e le masse estranee presenti nell'edificio saranno collegate ad un unico impianto di terra mediante conduttori di protezione PE.

Il presente progetto tiene conto dei requisiti di sicurezza richiesti per la struttura in questione.

Tra gli obiettivi delle scelte progettuali sono quindi prioritari i seguenti:

- garantire la protezione delle linee dagli effetti termici derivanti da sovracorrenti di sovraccarico e/o corto circuito,
- realizzare un'efficace protezione contro i contatti diretti e indiretti (p.es. mediante equipotenzializzazione delle masse metalliche presenti);
- evitare che le linee possano essere causa d'incendio;
- garantire un'efficiente illuminazione ordinaria adeguata al compito visivo che si svolge nei diversi ambienti;
- offrire una sufficiente illuminazione di sicurezza nei punti di passaggio ed in corrispondenza alle uscite, di indicare adeguatamente le vie di fuga;
- garantire alimentazione di emergenza e sicurezza con adeguata affidabilità e continuità.

3.1.1 Protezione da sovraccarichi, corto circuiti

La protezione dai sovraccarichi, effettuata con interruttori magnetotermici che rispettino le norme CEI 23-3 (per correnti nominali inferiori a 125 A) o CEI 17-5 (per correnti nominali superiori a 125 A), deve rispettare la seguente relazione:

$$I_{bn} \leq I_n \leq I_z$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego della linea;
- I_n è la corrente nominale dell'interruttore;
- I_z è la portata del cavo.

Si ricava in tal modo la corrente nominale dei dispositivi di interruzione utilizzati.

Il potere di interruzione di ciascun dispositivo (massima corrente che l'interruttore può interrompere) deve essere superiore alla corrente di corto circuito massima (all'inizio della linea).

In alternativa è possibile far riferimento alla protezione di back-up e scegliere gli interruttori posti a protezione delle singole partenze con un potere di interruzione inferiore a quello di cui sopra, a patto che l'interruttore a monte sia adeguatamente coordinato. In questo caso è necessario far riferimento a tabelle di filiazione che ciascun costruttore definisce per i propri dispositivi.

Per tutti gli interruttori dei quadri, ove non diversamente specificato, occorrerà avere un potere di interruzione non inferiore a 6 kA.

La verifica per correnti di corto circuito minime (di fondo linea) non è in questo caso necessaria, in quanto tutte le linee sono protette dai sovraccarichi (Norma CEI 64-8).

Per tutti gli interruttori la caratteristica di intervento da impiegare, la corrente nominale, il potere di interruzione, le correnti di taratura e l'eventuale ritardo intenzionale saranno indicati negli elaborati di progetto.

3.1.2 Protezione da contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti verrà assicurata dalla presenza di moduli differenziali in posizione opportuna.

La protezione dai contatti indiretti, come previsto dalla CEI 64-8, è eseguita per interruzione automatica dell'alimentazione entro:

- 0,4 s per tutti i circuiti terminali;
- 5 s per tutti i circuiti che alimentano carichi fissi purché non si manifestino sulle masse tensioni superiori a 50 V.

Poiché tutti i circuiti a valle del quadro generale di bassa tensione sono protetti da protezione differenziale il tempo di intervento è sempre inferiore 0,4 s.

Per tutti gli interruttori differenziali verrà indicata la serie la corrente nominale, la corrente nominale di intervento differenziale, la massima corrente di breve durata, la tensione di esercizio ed il tipo (AC, A, B). Ove non specificatamente indicato i differenziali saranno tutti AC.

Per la protezione contro i contatti indiretti saranno realizzati adeguati collegamenti equipotenziali ed equipotenziali supplementari per la connessione di tutte le masse estranee. Le sezioni dei conduttori equipotenziali saranno di almeno 6 mmq.

Sarà anche realizzato un nodo equipotenziale.

3.1.3 Conduttori, tubazioni e scatole di derivazione

Le condutture saranno costituite da cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica tipo FG7OR per le porzioni di linea interrate, e da cavi isolati in PVC tipo N07V-K per le linee protette mediante interruttori differenziali, e dovranno essere rispondenti all'unificazione UNEL e alle norme CEI.

La linea tra il punto di consegna e il quadro generale QG e la distribuzione fra il QG ed i quadri di zona sarà realizzata con cavi posati entro tubo isolante rigido o flessibile in PVC, serie pesante, marchiato, autoestinguente, rispondente alle norme CEI 23-14.

Le canalizzazioni protettive destinate a ospitare i circuiti di derivazione saranno costituite da tubo isolante rigido o flessibile in PVC, serie pesante, marchiato, autoestinguente, rispondente alle norme CEI 23-14.

Le canalizzazioni saranno scelte in funzione del numero e della sezione dei cavi che devono contenere, tenendo conto dei suggerimenti della norma CEI 64-8 e in modo tale da garantire la sfilabilità dei cavi. Le tubazioni protettive saranno del tipo isolante rigido in PVC, serie pesante (colore grigio), marchiato, autoestinguente, rispondenti alle norme CEI 23-14. Il diametro interno dei tubi protettivi sarà non inferiore a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi contenuto e, comunque, mai inferiore a 20 mm.

Si utilizzeranno tubazioni separate per le linee forza motrice e per l'illuminazione ovvero canali con setti separatori al loro interno.

Le sezioni dei conduttori sono state scelte, secondo le indicazioni della norma CEI 64-8, imponendo una portata superiore alla corrente di impiego della linea e una caduta di tensione percentuale inferiore al 4% per ogni tratta.

Inoltre, al fine di conseguire un migliore sfruttamento dei cavi, si è deciso di distinguere i percorsi in linee dorsali (dal quadro generale alle scatole di derivazione o ai sottoquadri di distribuzione) e derivazioni (dalle scatole di derivazione alle utenze) scegliendo in taluni casi sezioni maggiori di quelle strettamente necessarie per il rispetto dei vincoli tecnici. Per questo motivo si utilizzano le sezioni minime riportate nella seguente tabella in funzione della destinazione del conduttore.

Tipo di linea Sezione minima (mmq)

Dorsali FM 4

Dorsali illuminazione 2,5

Derivazioni alle prese 10/16 A 2,5

Derivazioni ai punti luce e ai punti di comando 1,5

Collegamenti equipotenziali 6

Il conduttore di protezione (PE) dovrà essere distribuito in tutto l'impianto e sarà unico su ciascuna dorsale, con sezione pari alla massima sezione presente nella dorsale stessa (CEI 64-8).

La sezione del conduttore neutro è dimensionata in base alla CEI 64-8 secondo la seguente tabella.

Sezione fase Sezione neutro

$S_f < 16 \text{ mmq}$ $S_n = S_f$

$16\text{mm}^2 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2 \quad S_f = 16\text{mm}^2$

$S_f > 35\text{mm}^2 \quad S_f = S_f/2$

Per tutti i conduttori devono essere rispettati i codici di colore previsti dalle norme: grigio, marrone o nero per i conduttori di fase, blu chiaro per il neutro e giallo-verde per il PE.

Per la realizzazione degli impianti saranno impiegate cassette in materiale termoplastico autoestinguente resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 650 °C (norma CEI 50/11) resistente agli urti.

L'utilizzazione delle cassette sarà prevista per ogni derivazione o smistamento dei conduttori, mantenendo la separazione dei circuiti (FM, Illuminazione) mediante sdoppiamento delle cassette stesse o l'uso di setti divisori al loro interno.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite in modo ordinato e dovranno essere facilmente individuabili. Le connessioni avvengono mediante morsettiere componibili a vite; non sono ammesse connessioni a cappuccio o tipo mammoth. Le cassette dovranno essere installate rispettando la complanarità con pareti in muratura o pavimenti, l'allineamento con gli assi verticali ed orizzontali delle pareti.

4. Caratteristiche Impianti Elettrici di bassa tensione

4.1 Schema di distribuzione

Lo schema adottato è radiale a partire dal quadro generale di bassa tensione. Da esso si dipartiranno linee per alimentare utenze omogenee, e linee per alimentare quadri secondari di zona in modo da sezionare l'impianto per garantire maggiore flessibilità allo stesso-

4.2 Quadri elettrici di bassa tensione

4.2.1 Specifiche generali

Il quadro elettrico generale di bassa tensione dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Tensione esercizio 400V;
- Numero delle fasi 3F + N;
- Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi 2,5 kV;
- Frequenza nominale 50/60Hz.

Ciascun quadro elettrico dovrà essere realizzato a regola d'arte nel pieno rispetto delle norme CEI EN 60439-1/CEI 17-13, la direttiva Bassa Tensione e la direttiva sulla Compatibilità Elettromagnetica. Il rispetto delle direttive europee richiede, tra l'altro, l'apposizione della marcatura CE sul quadro stesso. Unitamente al quadro si dovrà consegnare una dichiarazione nella quale si attesta che il quadro è conforme alle suddette disposizioni (norma CEI 17-13, direttiva bassa tensione e direttiva compatibilità elettromagnetica), oltre alla documentazione tecnica che la norma CEI 17-13 specifica debba essere consegnata al committente (schemi di collegamento ed istruzioni per l'installazione, il funzionamento e la manutenzione del quadro).

Ciascun quadro dovrà essere munito di un'apposita targa contenente i suoi dati di identificazione, come richiesto dal punto 5.1 della norma 17-13/1.

Il quadro generale di bassa tensione, QG, è posizionato nell'edificio come indicato negli elaborati grafici allegati.

Esso sarà realizzato come da specifiche ed elaborati di progetto e dovrà avere un grado di protezione IP55.

Il quadro sarà dotato di un interruttore generale (interruttore automatico) per interrompere l'alimentazione, di gruppi di misura e di lampade di segnalazione.

Sulla parte superiore o inferiore del quadro devono essere realizzate idonee aperture per il passaggio dei cavi.

La funzione degli apparecchi deve essere contraddistinta da apposite targhette. Le linee sulla morsettiera d'uscita devono essere numerate per una più agevole individuazione.

Ciascun quadro di zona deve essere realizzato come da specifiche ed elaborati di progetto, con struttura in robusta lamiera di acciaio, nel pieno rispetto delle norme CEI EN 60439-1, CEI 64-8, IEC 439-1.

Ciascun quadro è dimensionato per contenere il 30% in più degli interruttori installati, senza dover effettuare alcun lavoro sulla carpenteria. Sulla parte superiore o inferiore del quadro devono essere realizzate idonee aperture per il passaggio dei cavi. L'interno del quadro deve essere accessibile mediante la mobilità di alcuni pannelli per la manutenzione o sostituzione di apparecchi e cavi.

Gli interruttori ed altre apparecchiature sono generalmente in esecuzione modulare (17,5 mm) e sono fissati ad innesto su un profilato sagomato. Per tutti gli interruttori il neutro è apribile. Tutti gli interruttori magnetotermici sono di caratteristica C. Gli interruttori differenziali a protezione delle linee sono di tipo AC.

I circuiti sono suddivisi sulle tre fasi in modo da equilibrare il carico.

Il quadro è dotato di collettore di terra a cui sono collegati tutti i conduttori di protezione.

Il quadro dovrà avere un grado di protezione almeno IP40.

La funzione degli apparecchi deve essere contraddistinta da apposite targhette. Le linee sulla morsettiera d'uscita devono essere numerate per una più agevole individuazione.

L'esecuzione del quadro deve essere conforme a quanto previsto nella norma CEI 17-13/1.

4.3 Linee di distribuzione

Sono costituite dalle linee in partenza dal quadro **QG** verso i quadri per la distribuzione secondaria e verso le cassette di derivazione.

Per tali collegamenti sono utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche:

- ☐ cavi unipolari del tipo FG7OR 0.6/1kV con conduttore in rame, isolamento in gomma etilpropilenica e guaina in PVC, conforme a norma CEI 20-22 e CEI 20-35;
- ☐ cavi unipolari del tipo N07VK in rame isolato in PVC.

Il percorso, il numero e le sezioni delle linee e delle relative canalizzazioni saranno indicati nelle planimetrie.

5. Impianti di terra e di equipotenzializzazione

L'impianto di terra è costituito da:

1. dispersori
2. conduttore di terra
3. collettore o nodo principale di terra
4. conduttori equipotenziali

Tutti i quadri elettrici sono collegati all'impianto di terra, mediante conduttore di protezione di sezione non inferiore alla sezione del conduttore di fase.

All'interno di ciascun quadro è presente un collettore di terra al quale collegare le dorsali di protezione (PE) delle varie linee in partenza.

Al conduttore di terra, attraverso i relativi conduttori di protezione PE, verranno collegati tutte le masse metalliche, le prese a spina, e gli apparecchi illuminanti.

E' prevista la realizzazione di collegamenti equipotenziali definite dalla Norma "masse estranee", quindi tutte le tubazioni metalliche della rete idrica, dell'eventuale impianto di riscaldamento, ecc.

L'impianto di terra sarà costituito da picchetti connessi in parallelo e collegati al collettore principale di terra.

5.1 Dispersore

L'impianto di terra sarà realizzato mediante picchetti a croce in acciaio zincato a caldo delle dimensioni minime 50x50x5 e di lunghezza non inferiore a 1.5 m.

La disposizione dell'impianto di terra e dei pozzetti ispezionabili è indicata nello specifico elaborato grafico.

I ferri dei plinti e del solaio di fondazione dovranno, se accessibili, essere collegati in più punti all'impianto di terra mediante apposita connessione realizzate secondo le modalità previste dalle Norme CEI 11/1 e 11/37. In questo modo essi andranno a fare parte integrante dell'impianto di terra con il ruolo di dispersori di fatto.

5.2 Conduttore di terra

Il conduttore di terra assicura il collegamento del nodo equipotenziale di terra con l'impianto di dispersione; sarà realizzato con conduttore in cavo isolato di colore giallo-verde qualità N07V-K di sezione non inferiore a 16 mmq o con corda di rame nudo di sezione non inferiore a 35 mmq.

5.3 Collettori di terra (principale e secondari)

I collettori di terra saranno realizzati con una barra di rame preforata installata su idonei supporti isolanti. Ad essi faranno capo:

- I conduttori di terra;
- I conduttori di protezione (PE);
- I conduttori equipotenziali principali e supplementari (EQP e EQPS);
- Gli scaricatori di tensione (SPD) per la protezione da sovratensioni atmosferiche, se presenti;
- Gli schermi dei cavi coassiali ove presenti.

5.4 Conduttori di protezione

Le sezioni e la tipologia dei conduttori di protezione sono indicate negli elaborati grafici. Salvo diversa specifica si utilizzeranno cavi conformi alla norma CEI 20-22 e CEI 20-35.

I conduttori di protezione seguono lo stesso percorso dei cavi di energia per l'alimentazione delle utenze.

5.5 Collegamenti equipotenziali

All'interno dell'edificio i collegamenti equipotenziali garantiranno l'equalizzazione del potenziale mediante il collegamento all'impianto di terra di tutte le masse estranee (tubazioni metalliche dell'impianto idrico, termico e del gas).

I collegamenti saranno eseguiti in base alla CEI 64/8 Fasc. 5 e CEI 64/12 con le seguenti modalità:

1. cavo flessibile di colore giallo-verde in rame isolato in PVC tipo NO7 V-K con sezione minima di 6 mmq per i collegamenti equipotenziali principali e 4 mmq per i collegamenti equipotenziali secondari. Il conduttore sarà posato come i conduttori di fase e sarà pertanto entro canale metallico IP4x, entro tubo in PVC rigido o flessibile a seconda delle condizioni. Il cavo sarà portato alla più prossima cassetta di derivazione senza giunzioni. In corrispondenza del punto di collegamento se la massa estranea è priva di morsetti di collegamento si useranno morsetti a compressione di tipo adatto.

2. organi di connessione del tipo:

- morsetti in lega presso fusa per tubi fino a 2" con due parti apribili, serrati sulla tubazione con due bulloni in acciaio zincato, provvisti di morsetto a vite per il conduttore equipotenziale;
- morsetti in acciaio zincato o cadmiato per tubi fino a 6", serrati sulla tubazione con fascetta in nastro di acciaio zincato, provvisti di morsetto a vite per il conduttore equipotenziale;
- altri tipi purché approvati dalla Direzione Lavori.

I morsetti saranno posti in opera in modo che staccando il rosone che di norma copre l'entrata del tubo nel muro, sia possibile ispezionare la connessione tra conduttore equipotenziale ed morsetto oppure in altro modo equivalente. Le zone sottostanti i morsetti devono essere adeguatamente pulite.

6. Impianto di illuminazione interno

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione, verranno impiegate diverse tipologie di corpi illuminanti, in funzione del locale in cui essi devono essere installati, di adeguato grado di protezione IP e atte a garantire un livello di illuminamento rispondente alle norme tecniche.

L'illuminazione di emergenza è ottenuta installando in versione equipaggiata di gruppo alimentatore di emergenza alcune delle lampade destinate all'illuminazione normale. Tali corpi illuminanti avranno una autonomia di almeno 1 h e la possibilità ricarica automatica delle batterie al ritorno della tensione.

Per indicare la dislocazione delle uscite di sicurezza, verranno inoltre installate lampade autonome con pittogrammi per opportuna segnaletica direzionale delle vie di fuga, prodotte in conformità alle vigenti norme EN60598-1 CEI 34-21, con grado di protezione IP65IK08 secondo le EN 60529, alimentate dalla rete a 220 V/50 Hz con reattore elettronico. Le lampade saranno a risparmio energetico FLC 1x11S. Il funzionamento previsto è del tipo "solo emergenza". L'autonomia è di 60'.

Relazione Tecnica Specialistica dei Calcoli Elettrici

Come si riscontra dagli elaborati allegati, lo schema dei circuiti è del tipo radiale. Per ragioni logistiche e per assicurare un servizio più affidabile si è previsto l'installazione di opportuni quadri elettrici di settore o zona. Le caratteristiche costruttive dei quadri di settore sono analoghe a quelle descritte per il quadro generale.

Il quadro generale viene collocato in posizione simmetrica rispetto alla distribuzione dell'impianto, in posizione accessibile agli addetti.

Dal quadro generale derivano le linee per l'illuminazione esterna divisa su due tronconi, le linee per l'illuminazione interna distribuita su tre zone, e così pure le linee prese generali. Poi si dipartono le linee di alimentazione ai quadri di zona/settore.

La distribuzione sarà del tipo sotto traccia o a pavimento ed avverrà utilizzando tubi protettivi in materiale isolante, del tipo flessibile o rigido, a seconda dei casi specifici di utilizzo. Per la sezione occupata dai cavi nei canali e per la grandezza dei tubi in relazione alla sezione ed al numero dei cavi deve essere verificato quanto previsto dalle norme CEI 23-31, 23-32 artt. 1.3.01, 2.2.02, 1.3.01 e CEI 64-8 artt. 522.8.1.1.

Si prescrive, comunque, l'utilizzazione di tubi con sezione minima di 25 mmq (32 mmq per condutture da 10 mmq). Si prescrive, altresì, l'utilizzo di un tubo flessibile distinto per ciascun circuito della distribuzione.

Le connessioni saranno eseguite con appositi morsetti, con o senza vite, devono essere accessibili per manutenzione, ispezione e prove e saranno ubicate entro cassette di derivazione con grado di protezione IP41. Le connessioni non sono comunque ammesse entro tubi protettivi; entro i canali sono ammesse ma a condizione che i dispositivi di connessione abbiano isolamento e resistenza meccanica equivalente a quella dei cavi e grado di protezione almeno IP41.

Dovranno essere previste opportune cassette di derivazione (almeno una per ogni due ambienti attigui serviti dal circuito). Utilizzando cassette da 200x150x70, possono predisporci due comparti separati per circuiti energia e segnalazioni, e possono attestarsi fino a 10 tubi ϕ 25.

Per la distribuzione in tubo protettivo isolante si utilizzerà cavo unipolare isolato in PVC non propagante l'incendio (tipo N07V-K norma CEI 20-20, 20-22) con le seguenti caratteristiche:

- tensione di prova in c.a. 2500 V;
- tensione $U_0/U = 450/750$ V;
- isolamento in PVC speciale a doppio strato;
- tensione di esercizio 220 V;
- temperatura ambiente 30 °C;
- temperatura ammissibile 70 °C;
- temperatura di corto circuito max 160 °C.

Per posa all'esterno dell'edificio e per cavi interrati si utilizzerà cavo isolato in gomma di qualità G7, con guaina in PVC (cavo FG7R 0.6/1 kV). I cavi direttamente interrati, o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente (ad esempio tubo metallico e/o condotto o cunicolo in calcestruzzo), devono essere protetti con lastra o tegolo ed interrati alla profondità di almeno 0.5 m. Le tubazioni faranno capo a pozzetti di ispezione ed infilaggio con fondo perdente e dimensioni

almeno 40x40x60 cm. Tali pozzetti, specie nelle aree carrabili, dovranno essere dotati di robusti chiusini.

La caduta di tensione in qualsiasi punto dell'impianto quando sono inseriti tutti gli apparecchi che possono funzionare simultaneamente, non supera il 4% della tensione misurata al punto di consegna dell'impianto utilizzatore.

Per la protezione delle condutture dai sovraccarichi e dalle correnti di corto circuito verranno adoperati interruttori automatici magnetotermici le cui caratteristiche vanno rilevate dagli schemi unifilari dei quadri.

Per la protezione contro i contatti indiretti ci si basa sull'interruzione automatica dell'alimentazione del circuito in cui si verifica il guasto verso terra (CEI 64-8/4,) quando la tensione di contatto presunta supera 50 V in c.a. (negli ambienti ordinari).

Il calcolo dell'impianto si configura come un sistema TT, quindi la protezione contro i contatti indiretti è conseguibile con il coordinamento di interruttori differenziali e impianto di terra, in maniera da rispettare la seguente relazione:

$$R_t \leq 50 \text{ V} / I_{dn} \leq 50 \text{ V} / 0,03 = 1.666,667 \, \Omega$$

Dove:

- R_t è la resistenza dell'impianto di terra;
- I_{dn} è la corrente differenziale nominale maggiore tra gli interruttori differenziali utilizzati.

Su tutti i circuiti che alimentano i quadri di settore/zona e su quelli derivanti da quest'ultimi sono previsti dispositivi differenziali in classe AC con $I_{dn} = 0,03$.

La protezione contro i contatti diretti prevista per gli impianti in oggetto è di tipo totale; essa sarà realizzata mediante:

- **isolamento** (asportabile solo mediante distruzione) per le condutture in genere, e
- **segregazione entro involucri** per le parti attive non isolate: detti involucri avranno grado di protezione almeno IP4X.

In particolare, le parti attive entro gli involucri avranno grado di protezione IP20 per la maggior parte dei componenti e saranno accessibili solo togliendo parti di involucri con l'uso di attrezzi.

Per i circuiti di alimentazione di prese a spina, una protezione aggiuntiva contro i contatti diretti è fornita, inoltre, dai dispositivi differenziali con $I_{dn} = 30 \text{ mA}$.

Le correnti di guasto sono state calcolate in conformità alla norma CEI 11-25 e con i seguenti dati:

- la potenza di corto-circuito della rete del distributore a monte;
- le lunghezze dei cavi stimate sulle piante tenendo conto del loro percorso approssimativo;
- la reattanza per unità di lunghezza dei cavi tratta dalla tabella CEI UNEL 35023;
- la tensione nominale del sistema elettrico pari a 230 V verso terra e 400 V tra le fasi;

Il potere di interruzione (massima corrente che l'interruttore può interrompere) di ciascun dispositivo di protezione installato nei diversi quadri elettrici dell'impianto deve essere superiore alla corrente di cortocircuito massima (all'inizio della linea).

Come scelta progettuale generale, gli interruttori dell'impianto avranno un potere di interruzione PI non inferiore a 6 KA per quelli che alimentano i quadri di settore/zona, mentre quelli che alimentano utenze avranno un PI di 4,5 KA. L'interruttore generale avrà un PI di 12,5 KA.

La verifica per correnti di corto circuito minime (di fondo linea) non è in questo caso necessaria, in quanto tutte le linee sono protette dai sovraccarichi (Norma CEI 64-8).

Le sezioni dei conduttori dell'impianto sono state scelte, secondo le indicazioni della norma CEI 64-8, imponendo una caduta di tensione percentuale, rispetto al valore nominale, inferiore al 3 % per ogni tratta e al 4 % in totale.