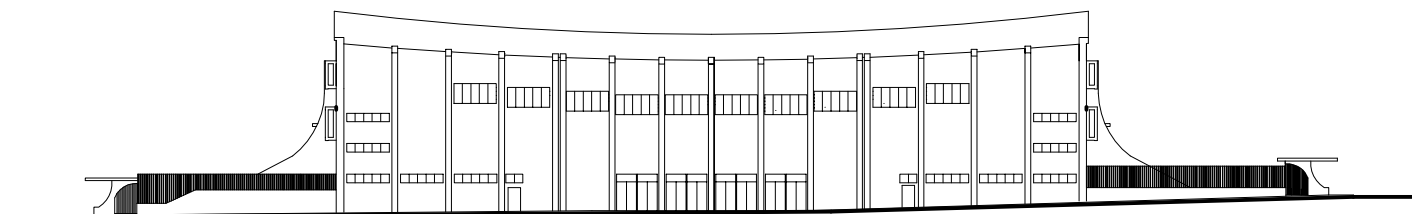


# COMUNE DI MARSALA

## UFFICIO TECNICO



### 1° LOTTO FUNZIONALE

#### OGGETTO

Completamento dei lavori di manutenzione straordinaria per l'adeguamento dell'impianto igienico sanitario e la riqualificazione funzionale del Palasport di Marsala.

ELABORATO:  
Relazione tecnica impianto elettrico

Tav. n° **01.02**

#### IL PROGETTISTA

Ing. Di Marco Vincenzo

#### IL RUP

*COMUNE DI MARSALA*

*SETTORE LAVORI PUBBLICI*

*Completamento dei lavori di manutenzione straordinaria per l'adeguamento dell'impianto igienico sanitario e la riqualificazione funzionale del Palasport di Marsala.*

*1° LOTTO FUNZIONALE*

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO**

**PREMESSA**

Il Comune di Marsala dovrà adeguare il “palasport” e renderlo idoneo all’espletamento di eventi sportivi e polivalenti.

La presente relazione riguarda l’alimentazione dell’impianto elettrico che sarà a servizio dell’impianto sportivo.

L’alimentazione elettrica è del tipo trifase e monofase a secondo delle specifiche utilizzazioni.

Il totale fabbisogno di potenza elettrica di cui necessita l’intero impianto utilizzatore, sarà determinato tenendo conto dei coefficienti di utilizzazione di ogni singolo apparecchio utilizzatore, delle potenze di targa e quindi del relativo valore di potenza media assorbita nelle condizioni di normale esercizio.

La sommatoria delle potenze medie di ogni singola macchina o corpo illuminante per il coefficiente di contemporaneità ci consente di determinare la potenza totale richiesta, che ammonta al valore, con previsione futura a circa Ppt=120 kW.

Il presente progetto per l’alimentazione dell’impianto elettrico esistente del Palasport di Marsala, è stato sviluppato seguendo le disposizioni legislative e normative di seguito riportate ed in particolare in conformità all’art. 1 della legge N.186 del 01.03.1968, secondo la quale le norme emanate dal C.E.I. assumono il valore di condizione sufficiente per il rispetto della regola d’arte e costituiscono una guida precisa e corretta per ogni progettazione elettrica.

Tali concetti sono stati fatti propri della legge n.46 del 05.03.1990 e dal relativo regolamento di attuazione N.447 del 06.12.1991 e del D.Lgs n°81/2008 testo unico sulla sicurezza del lavoro e del D.Lgs n°37/2008 testo unico per gli impianti.

Inoltre la presente documentazione di progetto è conforme alle norme C.E.I. O-2

“guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici- gennaio 1995”;

Nei documenti progettuali sono stati sviluppati gli elaborati descrittivi e grafici atti a definire l’impianto in ogni suo aspetto: sia dal punto di vista costruttivo che funzionale; nonché le principali caratteristiche dei componenti scelti.

In particolare: una relazione tecnica descrittiva, gli schemi elettrici, i calcoli di dimensionamento ed i disegni che descrivono le caratteristiche dell’impianto.

**ELEMENTI PRINCIPALI DI LEGISLAZIONE E DI NORMATIVA**

Per la progettazione di tutti gli impianti sono state osservate le norme della buona tecnica, le precisazioni di legge ed i regolamenti in vigore.

***Disposizioni di legge:***

In particolare sono state osservate le seguenti disposizioni legislative:

- D.Lgs n°81/2008 testo unico sulla sicurezza del lavoro;
- D.Lgs n°37/2008 testo unico per gli impianti;

- Legge N.186 del 01.03.1968 Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici.
- Legge 791 del 18.10.1977 Recepisce la direttiva comunitaria 73/93 sulla sicurezza del materiale elettrico.
- D.P.R. N. 619 DEL 31.08.1980 Istituzione dell'istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro (ISPESL).
- Legge N.46 del 05.03.1990 Norme per la sicurezza degli impianti.
- D.P.R. N. 447 DEL 06.12.1991 Regolamento di attuazione della legge 46/90.

## **Norme CEI:**

Di seguito sono elencate le principali norme CEI in vigore cui si è fatto riferimento:

- Norma CEI 14-4 Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori.
- Norma CEI 17-5 Apparecchiatura di bassa tensione. Parte 2: interruttori automatici.
- Norma CEI 20-13 Cavi isolati con gomma EPR con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20 kv).
- Norma CEI 20-19 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750v.
- Norma CEI 20-20 Calcolo delle portate dei cavi elettrici in regime permanente.(Fattore di carico 100%).
- Norma CEI 20-22 I-V Prove d'incendio sui cavi elettrici non propaganti l'incendio.
- Norma CEI 20-29 Conduttori per cavi elettrici
- Norma CEI 20-35 Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco.
- Norma CEI 20-37 Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici
- Norma 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi
- Norma CEI 20-40 Guida per l'uso dei cavi di bassa tensione.
- Norma CEI 23-3 Interruttori automatici di sovracorrente per uso domestico e similare.
- Norma CEI 23-5 Prese a spina per uso domestico e similare.
- Norma 23-8 Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro ed accessori.
- Norma CEI 23-14 Tubi protettivi flessibili in pvc ed accessori.
- Norma CEI 23-18 Interruttori differenziali per uso domestico e similare.
- Norma CEI 23-32 Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparechi per soffitto e parete.
- Norma CEI Per soffitto e parete.
- Norma CEI 23-44 fasc. 2396E-Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati. Parte 1. Prescrizioni generali.
- Norma CEI23-45 Fasc.3483R-interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati. Parte 2. Applicabilità delle prescrizioni generali.
- Norma CEI 23-48 Fasc. 3541-Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari.
- Norma CEI 23-50 Fasc. 3542-Prese a spina per usi domestici e similari. Parte 1.Prescrizioni generali.
- Norma CEI 23-51 Prescrizione per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per le installazioni fisse per uso domestico e similare.
- Norma CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni generali e prove.
- Norma CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza.
- Norma CEI 64-8/1-7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500in corrente continua.

- Norma CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- Norma CEI 11-8 Impianti di produzione, trasporto, e distribuzione di energia elettrica: impianti di terra.
- Norme CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- Norma CEI 11-1,1999 fasc. 5025 D.A.C. HD 637, impianti di terra e loro verifica.
- Norma CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- Norma CEI 64-50 Guida per l'integrazione nell'edificio residenziale degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
- Tabella CEI UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati.
- Norme CEI 28-11 (maggio 1993) “ Guida di applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione”.
- Documento di Armonizzazione CENELEC HD 581 S1.
- Pubblicazione IEC 781 (1989)
- Pubblicazione IEC 909 “Short- circuit calculation in three-phase a.c. system”.
- Norma CEI 81.1 “ protezione delle strutture contro i fulmini”; edizione terza, pubblicata il 02-1998
- Norma CEI 81-4 “ protezione delle strutture contro i fulmini, valutazione del rischio dovuto al fulmine” ; edizione prima, pubblicata il 12- 1996.

## **DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO E DELLE PRESTAZIONI VOLUTE**

L'energia elettrica sarà fornita dall'ENEL S.P.A. direttamente per mezzo della sua rete di distribuzione di MT di II^ Categoria alla tensione nominale normalizzata trifase di 20kV alternata a 50 Hz, esercita come al solito con 3 fili, ed il relativo neutro isolato da terra.

Inoltre sarà installato un gruppo elettrogeno da 75 kVA che svilupperà energia elettrica per alimentare l'impianto, in mancanza di energia dall'ente distributore.

## **SERVIZI ELETTRICI**

I servizi elettrici della struttura sono ubicati in zone protette all'interno di ogni reparto e collegati fra loro per mezzo di cavidotti, tubazioni e cavi elettrici che verranno alimentati dal quadro elettrico generale, ubicato all'interno della struttura nella zona adiacente l'ingresso principale, questo a sua volta viene alimentato dal quadro generale di bassa tensione di cabina.

La potenza che il quadro elettrico di bassa tensione della cabina dovrà controllare nominalmente può essere assunta pari a 120 kW circa, come si deduce dai calcoli successivamente effettuati, compresi eventuali incrementi fisiologici futuri. Prevedendo la possibilità di aumenti futuri del carico è stata fissata in 250kVA la potenza nominale del trasformatore a perdite ridottissime RR, in olio minerale PCB FREE, da installare nella cabina di trasformazione a servizio della struttura.

Una semplice analisi schematica delle potenze controllate valutabili, allo stato attuale, è peraltro rappresentata chiaramente nello schema a blocchi della distribuzione dell'energia elettrica, degli schemi unifilari.

## **ELEMENTI DEL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E USO DELL'ENERGIA ELETTRICA**

L'impianto elettrico, considerata la presenza della cabina di trasformazione di proprietà del Comune di Marsala, è classificabile, come sistema TN-S, ciò significa che a partire dalla stessa cabina di trasformazione fino a tutte le utenze elettriche alimentate, sia il conduttore neutro di colore blu in

cabina, sia i conduttori di terra di colore giallo - verde di tutte le masse metalliche degli apparecchi dell'utente debbono essere collegati ad un unico impianto di terra che interessa per la sua notevole estensione tutto il sito dell'opificio.

Le caratteristiche principali dell'impianto pertanto sono:

sistema elettrico tipo TN-S

numero di conduttori attivi di alimentazione 3F sulla MT a 20kV consegnati dall'ENEL, per mezzo di un idoneo cavo interrato.

Numero di conduttori attivi di alimentazione 3F+N sulla BT.

Tensioni di alimentazione fase- fase 400V, fase- neutro 230V

Frequenza 50 Hz

Società fornitrice dell'energia ENEL S.P.A.

## **Distribuzione elettrica**

L'alimentazione elettrica della struttura come detto è ottenuta mediante la fornitura dell'energia in media tensione (20 kV) dalla rete pubblica dell'ente distributore. L'edificio è alimentato elettricamente da una dorsale, lunga circa 160 metri, intubata in cavidotto interrato, che partendo dal quadro di bassa tensione della cabina di trasformazione, attraversa il sistema di commutazione automatico del gruppo elettrogeno ed alimenta il quadro elettrico generale ubicato all'interno della struttura e il quadro di alimentazione del gruppo antincendio.

La struttura è provvista di impianto di messa a terra generale, a cui sono collegati i quadri derivati di alimentazione dei vari reparti con conduttori giallo verde di sezione variabile, a seconda della necessità di norma.

Le prese di energia, le masse estranee saranno regolarmente collegate ai nodi equipotenziali predisposti, alcuni anche all'interno di tutti i quadri per assicurare la protezione contro i contatti indiretti.

Il neutro del trasformatore sarà collegato al neutro distribuito all'interno dell'opificio, ed alla luce delle considerazioni di cui sopra, ripetiamo che l'impianto di distribuzione può essere classificato come impianto di tipo T N- S, di conseguenza si adatteranno nella valutazione della protezione contro i contatti indiretti, le norme tecniche riguardanti tali tipi di impianto

Le aree di pertinenza esterne, saranno dotate di idoneo impianto elettrico di illuminazione, e si possono essenzialmente suddividere in:

parcheggi per dipendenti e per clienti

strade di servizio e piazzali

aree a verde, aiuole, etc.

## **DESCRIZIONE DEI LAVORI ELETTRICI DA REALIZZARE**

Avendo considerato la potenza installata e i vari coefficienti di contemporaneità, vista la potenza necessaria per il funzionamento dell'impianto elettrico della struttura, di seguito saranno elencate i componenti principali per la realizzazione dell'impianto elettrico.

Come da disegni e schemi elettrici allegati, le opere principali da realizzare sono:

- Cabina elettrica di trasformazione con trasformatore da 250 kVA e quadro elettrico Bt.
- Gruppo elettrogeno potenza per servizio continuo PRP: 75 KVA pari a 60 KW
- Quadro elettrico generale di distribuzione con inserito sistema di scambio RETE/GRUPPO, alimentato dal quadro bt di cabina e dal gruppo elettrogeno e alimentante il quadro di distribuzione generale ubicato all'interno di un apposito vano in c.a. adiacente alla cabina elettrica MT/BT.
- Linea 1 : dal quadro bt del modulo in c.a. adiacente alla cabina, alimenta il quadro generale di distribuzione con cavo entro cavidotti interrato alla profondità minima di 1,00 m; d = 3 x 110 + cavo FG7R 3\*240+1\*120+T.

- Linea 2 : dal quadro bt del modulo in c.a. adiacente alla cabina, alimenta il quadro del gruppo antincendio con cavo entro cavidotti interrato alla profondità minima di 1,00 m; d = 1x 110 + cavo FG7R 4\*16+T.

## **CABINA ELETTRICA MT/BT**

In cabina sono presenti i seguenti componenti

### **▪ QUADRO GENERALE DI BASSA TENSIONE**

Per il posizionamento del quadro in cabina si vedano gli elaborati grafici posti in allegato. Le caratteristiche del quadro sono di seguito riportate:

- Tensione nominale: 400 V
- Corrente nominale : 630 A
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di tenuta: 2,5 kV
- Grado di protezione : IP30
- Corrente di breve durata : 15 kA

Il dimensionamento dell'interruttore è stato effettuato tenendo conto della caratteristica tempo - corrente dello sganciatore e dell'entità delle correnti di spunto dei motori per evitare scatti intempestivi delle protezioni.

Nello schema elettrico relativo al quadro di bassa tensione in cabina sono stati effettuati i calcoli di verifica relativi alle correnti di guasto trifase netto ai morsetti di bassa tensione del trasformatore e degli interruttori installati nel quadro generale determinando rispettivamente il massimo valore di corrente che può verificarsi sul lato b.t. ed il minimo valore di corrente di guasto (nel secondo caso si sono considerati le impedenze omopolari dei cavi di alimentazione) il secondo valore corrispondente alla corrente monofase di guasto a terra.

Ulteriori caratteristiche e dimensionamenti si possono evincere dagli schemi elettrici allegati.

### **▪ TRASFORMATORE DI POTENZA 20/0,4 kV/kV**

L'opificio sarà dotato di un sistema di trasformazione dell'energia costituito da un trasformatore tradizionale in olio minerale con le seguenti caratteristiche:

- potenza nominale 250 KVA
- tensione nominale di alimentazione primaria 20 KV
- tensione nominale secondaria: 400 V fase- fase, 230V fase- neutro
- tensione di riferimento primaria 24 KV
- tensione nominale di prova ad impulso 1,2/50  $\mu$ s 125 KV
- collegamento dell'avvolgimento primario : a triangolo,  $\Delta$
- collegamento dell'avvolgimento secondario : a stella, Y, con neutro n collegato all'impianto di messa a terra
- Gruppo 11
- Tensione di cortocircuito 6%
- Perdite a vuoto  $W_0 = 925$  W
- Perdite in cortocircuito a 75°C  $W_c = 2200$  W
- Corrente a vuoto  $I_0 = 1,3\%$
- Tensione di cortocircuito % = 4,2 %
- Rendimento a cosfi = 0,90, uguale a 98,5%
- Peso totale circa 980 Kg
- Peso olio minerale, con certificazione PCB FREE, circa 185 Kg

## **GRUPPO ELETTROGENO**

Il gruppo elettrogeno sarò del tipo FI0075SWD avente le seguenti caratteristiche:

Potenza per servizio continuo PRP: 75 KVA pari a 60 KW

Potenza per servizio di emergenza

LTP: 82,5 KVA pari a 66 KW

Fattore di potenza: cos $\phi$  0,8

Tensione: 400 V. trifase con neutro accessibile (230 V. tra fase e neutro)

Frequenza: 50 Hz.

Velocità: 1500 giri/1'.

motore diesel FIAT FPT tipo N45SM2A,

Carenatura insonorizzata realizzata in lamiera di acciaio zincato per esterno, ns. tipo B versione Silent, per il contenimento del G.E. sopradescritto, capace di garantire un livello di rumorosità pari a  $70 \pm 3$  dB(A) misurato alla distanza di mt. 7 in campo libero ed in assenza di rumore di fondo, completa di sportelli apribili per la manutenzione e silenziatore gas di scarico di tipo residenziale integrato nella sagoma. All'esterno della carenatura ed integrato nella sagoma è previsto il pulsante per arresto di emergenza.

Quadro di commutazione separato, dimensionato per una potenza elettrica nominale di 100 kW, comprendente la telecommutazione Rete/G.E. realizzata con contattori/sezionatori quadripolari, interbloccati meccanicamente ed elettricamente.

## **QUADRO GENERALE DI MEDIA TENSIONE**

Per il posizionamento del quadro in cabina si vedano gli elaborati grafici posti in allegato. Le caratteristiche del quadro sono di seguito riportate:

- Tipo : P2/A
- Interruttore di manovra e sezionatore: IMS SACE
- fusibile del tipo HH: corrente nominale 25A
- sezionatore di terra integrato
- Tensione nominale: 24 kV
- Corrente nominale : 400 A
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di tenuta: 50 kV
- Grado di protezione : IP30
- Corrente di breve durata : 12,5 kA

Il dimensionamento delle valvole HH è stato effettuato tenendo conto della caratteristica tempo - corrente dello sganciatore e dell'entità delle correnti di spunto dei motori per evitare scatti intempestivi delle protezioni.

## **PREDISPOSIZIONE DI ALLACCIO CABINA AL SERVIZIO ENEL**

Il progetto prevede di realizzare la predisposizione per l'allaccio della cabina di nuova realizzazione alla cabina più vicina per l'allaccio al servizio ENEL, i lavori di predisposizione consistono nel realizzare lo scavo e di collocare i cavidotti fino al punto di adduzione.

## **DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO ELETRICO**

### **Dimensionamento delle condutture**

Il dimensionamento dei cavi di alimentazioni e delle dorsali è stato effettuato secondo il criterio termico e riportato negli elaborati e schemi elettrici in appendice.

In particolare i conduttori sono scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore od uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) degli apparecchi elettrici;

con  $I_b$  si indica il valore di corrente elettrica calcolato in funzione della massima potenza trasmissibile in regime permanente.

$$I_b \leq I_z$$

### **Verifica elettrica Cadute di tensione ammesse nella rete elettrica**

La verifica elettrica delle condutture è stata effettuata con il criterio della massima caduta di tensione, verificando che la tensione di alimentazione delle utenze ultime non sia al di sotto di quella prevista dalla CEI 64.8 ( 5% della tensione nominale misurabile al punto di consegna ENEL) per data sezione dei cavi di alimentazione

Per il calcolo delle cadute di tensione nei rami della rete elettrica si è considerata la lunghezza di ogni singola dorsale, e di ogni linea di alimentazione, dal punto di consegna fino a giungere all'apparecchio utilizzatore più lontano, quello più sfavorito, e le sezioni dei conduttori ottenuti dal calcolo sono tali da garantire non solo che le massime cadute di tensione siano inferiori a quelle ammesse dalle norme CEI, ma che si abbia anche il massimo risparmio energetico, minimizzando economicamente le perdite di trasmissione di linea.

Le sezioni dei conduttori ed i tipi di posa sono indicati negli schemi allegati.

In ogni caso sono osservate le prescrizioni delle norme CEI, in ordine alle sezioni minime ammesse per i conduttori in rame e pari ad 1,5mmq per l'energia, e 0,5mmq per i circuiti di comando e segnalazione, essendo invece 2,5mmq e 4mmq le sezioni minime ammesse dei conduttori di protezione, o di terra di colore G/V, GIALLO/VERDE, a seconda se sono dotati di protezione meccanica o no .

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

Tutte le linee della rete elettrica e tutti i conduttori elettrici debbono essere adeguatamente protetti contro i sovraccarichi, per mezzo degli idonei dispositivi di protezione installati nel quadro elettrico generale ed in tutti i quadri elettrici secondari di zona o reparti derivati.

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a protezione dei vari conduttori, debbono avere una corrente nominale ( $I_n$ ), compresa tra il valore della corrente di impiego ( $I_b$ ) ed il valore della portata nominale, in regime permanente, dei conduttori, ( $I_z$ ), e precisamente:

$$I_b \leq I_n \leq I_z (A)$$

### **Inoltre per gli interruttori automatici vale la relazione:**

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z (A)$$



Dove la corrente  $I_f$  è la corrente che garantisce l'apertura degli interruttori automatici entro il tempo stabilito per convenzione dalle norme CEI relative, e ciò è certamente vero se gli interruttori automatici installati sono conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

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

La protezione contro i corto circuiti viene realizzata selettivamente e dagli interruttori automatici installati nei vari quadri, in bassa tensione, dall'idoneo sezionatore sottocarico con fusibili sulla media tensione a protezione del trasformatore in cabina di trasformazione e dagli interruttori o sezionatori sottocarico con fusibili A.P.I., installati dalla società erogatrice dell'energia elettrica, **ENEL S.P.A.**, in cabina di consegna a protezione del suo sistema di tariffazione.

Tutti gli interruttori automatici magnetotermici debbono interrompere con assoluta umana certezza le correnti di c.to c.to che possano verificarsi in caso di guasto, nell'impianto elettrico, in modo tale da assicurare che nel conduttore protetto non si possano mai raggiungere temperature pericolose. Per far ciò occorre che l'energia specifica  $I^2 t$ , che l'interruttore o la valvola a fusibile posta a protezione lascia passare durante il suo intervento, non superi quella che il cavo può sopportare.  $k^2 \times S^2$ .

La relazione da soddisfare è quindi

$$I^2 \times t \leq k^2 \times S^2 \quad [A^2 \times s]$$

Dove :

t: tempo di intervento del dispositivo

k : dipende dal tipo di cavo e dalla conducibilità termica dello stesso;

S: sezione del conduttore.

Per tale motivo gli interruttori automatici scelti ( come si evince dagli shemi elettrici in allegato) hanno un potere di interruzione uguale, certamente meglio superiore, alla corrente di c.to c.to calcolata, nel punto dove sono installati.

Gli interruttori indicati negli schemi elettrici posti di seguito rispettano la precedente relazione proteggendo il cavo da essi alimentato.

### **Colori distintivi dei conduttori.**

Le vigenti norme CEI 11-17, 19-20, 20-20, 64-2, 64-8, 64-9, e relative varianti, etc. i colori distintivi dei cavi unipolari o delle anime dei cavi multipolari debbono essere:

giallo-verde per indicare i conduttori di protezione, i conduttori equipotenziali principali e secondari, inoltre si precisa che un conduttore G/V di sezione idonea prevista dalle norme, accompagnata sempre qualsiasi linea elettrica del centro,

blu chiaro per tutti i conduttori di neutro,

tutti gli altri colori, ma in genere si usano il nero, il marrone, il grigio, etc. per i conduttori di fase.

Per le fasi R-S-T si usano colori diversi per ogni fase, per distinguerle e per agevolarne il riconoscimento senza errori.

### **Tensione nominale dei cavi.**

Essendo 20KV la tensione nominale consegnata dall'ENEL s.p.a., per norma, per legge, e per direttiva comunitaria, con una fascia di tolleranza del  $\pm 5\%$ , sulla media tensione deve essere adottato un cavo tipo 15/30KV, con grado 47; in bassa tensione (400V alla frequenza industriale di 50 Hz) si conferma la scelta dei cavi di tipo 450/750 FG7R.

Per i circuiti di comando e segnalazione i cavi possono essere a tensione nominale di 300/500 se posati entro tubi separati dal trasporto di energia di potenza, eventualmente della stessa potenza nominale.

In ogni caso i cavi debbono essere anche marchiati IMQ, o analogo marchio internazionale riconosciuto dall'Italia, marcati CE, stampigliati chiaramente secondo le norme in vigore, ed infine essere anche in primaria marca, come ad esempio ALCATEL o altri simili.

Queste indicazioni in genere sono sempre valide per qualsiasi tipo di apparecchiatura di media e bassa tensione che sarà installata nell'impianto elettrico, o che sarà usata nel centro.

L'installazione delle linee di distribuzione che alimentano le apparecchiature e subordinata all'ambiente entro il quale devono operare.

La distribuzione primaria (dorsali principali) è stata realizzata con cavi unipolari o multipolari contenuti in cavidotto interrato, come già detto, mentre la distribuzione secondaria potrà essere realizzata o sottotraccia preferibilmente, o con canali di contenimento metallici, in acciaio inox, o in pvc, fissati alle pareti, essendo il tipo di posa scelto quello corrispondente alle norme C.E.I. 64.8 / 5 "montaggio sporgente" 521.2 tab.

## **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.**

La norma CEI 64-8 nella sezione 4, indica con estrema chiarezza i provvedimenti da approntare contro i contatti indiretti.

La norma elenca i più importanti presidi da realizzare in un buon impianto elettrico:

1. Interruzione automatica dell'alimentazione.
2. Protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente.
3. Protezione per mezzo di luoghi intrinsecamente non conduttori.
4. Protezione per mezzo di collegamento equipotenziale locale non connesso a terra.
5. Protezione per separazione elettrica.

In generale per l'impianto in oggetto viene adottata la protezione con interruzione automatica dell'alimentazione.

### **Interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasti.**

La norma recita che la protezione dai contatti indiretti tramite l'interruzione automatica dell'alimentazione elettrica dell'apparecchiatura da proteggere, o del circuito protetto, è realizzata efficacemente se è stato previsto che in caso di guasto tra una parte attiva, cioè in tensione, ed una massa, od un conduttore di protezione, una tensione di contatto presunta superiore a 50V, inteso come valore efficace in corrente alternata, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona con le due parti accessibili contemporaneamente.

Secondo le norme C.E.I. 64.8 nei sistemi T N, le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si presenta un guasto di impedenza, trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra una fase e un conduttore di protezione od una massa, l'interruzione del circuito deve avvenire entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente relazione:

$$\frac{U_0}{Z_s} \geq I_a(A)$$

Dove:

$U_0$ : tensione di fase del sistema

Zs: impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto, ed il conduttore di protezione tra il punto guasto e la sorgente.

Ia: corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo stabilito dalle norme (5 sec. Per i circuiti di distribuzione, così pure per i circuiti terminali che alimentano solo apparecchi utilizzatori fissi, e 0.4 sec. Per tutti gli altri).

Nel caso di interruttori automatici differenziali Ia è la corrente di intervento nominale differenziale.

Certamente in un impianto realizzato a regola d'arte, la sicurezza è tanto maggiore, e quindi il rischio tanto minore, di qualsiasi tipo, ma soprattutto di tutti i conduttori di protezione, perché alla loro silente, continua sorveglianza ed ai dispositivi di interruzione installati è affidata la sicurezza dell'impianto.

Un progetto sufficiente, accompagnato da una buona realizzazione, impiegando buoni materiali, concluso da un ottimo collaudo strumentale finale a norme, e seguito da una manutenzione preventiva accurata, certamente permettono oggi di ottenere un ottimo impianto con un elevatissimo livello di sicurezza ed affidabilità, o come si dice oggi, anche di fidatezza, ed in definitiva a rischio minimo.

## **IMPIANTO DI MESSA A TERRA.**

L'impianto di messa a terra è stato progettato in modo da osservare le norme vigenti, le prescrizioni di legge, i regolamenti in vigore, la buona tecnica e lo stato dell'arte trattandosi di un impianto fondamentale per assicurare il minimo rischio e la massima sicurezza a tutti i frequentatori, a qualsiasi titolo, del centro.

In particolare la progettazione è stata fatta seguendo le indicazioni delle norme, e delle leggi vigenti già citate, ma che vogliamo di nuovo ricordare, norme CEI 11-8, 11-1, 64-8, 64-12.

### **Generalità e dettagli di tipo tecnico**

Per impianto di terra si intende un impianto costituito dai seguenti elementi:

- dispersori in intimo contatto con il terreno,
- conduttori di terra in intimo contatto con il terreno,
- collettori ,o nodi, di terra,
- conduttori di protezione,
- conduttori equipotenziali principali,
- conduttori equipotenziali secondari.

L'impianto di terra da realizzare per l'impianto elettrico del centro assume una importanza fondamentale per le stesse modalità di alimentazione dell'energia elettrica.

Infatti il nostro impianto fa parte integrante di un sistema che le norme CEI classificano di I e II categoria, in quanto la sua tensione nominale è compresa tra i 50V ed i 1000V in corrente alternata, e un massimo di 1500V in corrente continua, in b.t., e 20KV in M.T.

L'ENEL alimenta il nostro impianto, come abbiamo detto, con la sua rete di distribuzione in media tensione, il che vuol indicare anche l'esistenza di due impianti di terra distinti, quindi in genere da considerare separati ed indipendenti, uno dell'utente, al quale sono collegate francamente le sue masse, il suo neutro e quant'altro, e quello della società erogatrice, al quale sono collegate tutte le sue masse ed altri punti elettrici attivi della sua sottostazione di trasformazione, che alimenta la nostra cabina, in II categoria.

Pertanto l'impianto di terra dell'utilizzatore serve a realizzare la messa a terra di protezione mediante il metodo detto della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione, che è quello più comunemente impiegato contro i contatti indiretti, cioè i contatti di una persona con una massa usualmente non in tensione ma che possa esserlo in caso di guasto, o evidentemente con un conduttore in contatto stretto con questa massa durante il guasto.

Come è noto mentre nel sistema TT non è consentito, anzi è vietato espressamente, il collegamento dell'impianto di terra dell'utente al neutro, in quanto questo conduttore viene consegnato dal distributore di energia elettrico, come attivo, tal quale i conduttori di fase, in quanto nel normale esercizio della rete esso può assumere tensioni pericolose, non prevedibili, dipendendo dagli squilibri e dalle disimmetrie dei carichi alimentati, e quindi delle correnti elettriche erogate, variabili continuamente nel tempo casualmente, nel sistema TN-S, il neutro deve essere collegato all'impianto di terra, come assoluto presidio contro possibili guasti da contatti accidentali della rete bt con quella MT.

### **Scopo dell'impianto di messa a terra.**

La principale funzione dell'impianto di messa a terra, negli impianti di I categoria, è quella di drenare verso terra le correnti di guasto, determinando l'intervento automatico dei dispositivi di protezione, con conseguente interruzione delle correnti di guasto, ed eliminazione di tensioni pericolose sulle masse, superiori ai famosi 50V già detti.

L'interruttore automatico magnetotermico non è però funzionalmente da solo capace di assicurare una sicura protezione con un pronto intervento nel caso dei sistemi TT, perché le correnti di guasto, a causa della configurazione circuitale tipica del sistema, dipendendo in definitiva dal rapporto delle resistenze, o meglio delle impedenze, dei due impianti di terra, oltre che naturalmente dal loro valore assoluto, in genere risultano troppo modeste per provocare l'apertura dell'interruttore automatico, che così diventa aleatoria, e quasi sempre pericolosa perché lascerebbe la conseguente tensione di guasto, non solo sicuramente di valore più elevato dei famosi 50V di norma, ma anche in modo permanente, rappresentando quindi un pericolo permanente gravissimo per le persone.

In realtà la protezione in tali tipi di impianto si può ottenere solo con l'uso dell'interruttore automatico magnetotermico differenziale ad alta sensibilità, cioè con soglia di intervento per il relè differenziale, di 30 mA, realizzando in tal modo il giusto coordinamento tra l'impianto di terra ed il dispositivo di protezione.

In altre parole non appena, la differenza tra le correnti di entrata e quelli di uscita controllate dal relè differenziale, operata continuamente dal relè differenziale di ogni interruttore, senza soluzione di continuità, supera la soglia di sicuro intervento, per norma poco al di sopra dei 20 mA, per l'alta sensibilità, l'interruttore viene aperto, eliminando il drenaggio verso terra della corrente di guasto, e quindi l'insorgere ed il permanere di tensioni pericolose sulle masse, ancor prima che possano raggiungere valori tali da potere diventare pericolose per le persone, e per le cose, potendo anche in caso contrario, innescare incendi.

Le norme CEI dicono che ciò è vero certamente se la resistenza globale dell'impianto di terra, misurata con i metodi raccomandati dalle stesse norme risulta inferiore al valore data dalla seguente formula:

$$R_t \leq \frac{V}{I_d} (\Omega)$$

Dove  $R_t$  è il valore della resistenza globale di terra misurata in Ohm,  $V$  la tensione di contatto limite massima per un tempo di 5 s, ed  $I_d$  il valore della corrente di intervento del dispositivo automatico differenziale.

Gli interruttori magneto termici differenziali, che pertanto è assolutamente necessario installare a protezione di ogni linea derivata della rete, per garantire la totale protezione contro i contatti indiretti, sono montati nei quadri, hanno come detto una corrente di intervento differenziale di 30 mA, ed un tempo di intervento in realtà di qualche decina di millescondi: poiché per quanto detto, anche gli interruttori generali ,che occupano una posizione gerarchica

più elevata debbono anch'essi essere ad alta sensibilità, però per evitare interventi intempestivi, deve essere realizzata una selettività verticale tra i vari interruttori, che può, anzi deve essere temporale, cioè a parità di corrente differenziale di guasto, deve aprire più velocemente l'interruttore più vicino al guasto, cioè in definitiva quello del livello gerarchico più basso, o viceversa equivalentemente sono via via sempre più lenti quelli superiori gerarchicamente.

Per ottemperare alla relazione matematica di norma il valore della resistenza globale dell'impianto di terra deve perciò essere inferiore a:

$$R_t \leq \frac{50}{0,030} = 1.666(\Omega)$$

In realtà la progettazione del nostro impianto di terra sarà fatta in modo da ottenere valori di resistenza globale di terra, nelle condizioni stagionali più sfavorevoli, al massimo di poche frazioni di Ohm, e sempre in conformità alle norme CEI 64-8, 64-12, 11-1, 11-8, al DPR 547/55, etc.

Nel nostro caso di impianto di tipo TN - S anche se l'interruttore automatico è funzionalmente capace di interrompere i c.ti c.ti franchi o netti, e quindi proteggere nella quasi totalità dei casi, le persone o le cose, è stato adottato diffusamente ed in forma generalizzata l'interruttore automatico magnetotermico differenziale come misura principe per la protezione assoluta e totale delle persone e delle cose, valida senza eccezioni anche nel caso dei guasti non franchi, ad alta impedenza, di qualsiasi tipo.

### **Dimensioni minime degli elementi componenti dell'impianto di messa a terra.**

Le dimensioni minime raccomandate dalle norme, dalla buona tecnica e dallo stato dell'arte attuale sono:

- conduttore di Rame sotto forma di corda cruda, o ricotta, rossa o stagnata, sezione 50mmq
- dispersore a croce, acciaio zincato a caldo, 50x50x5, spessore 5 mm
- picchetto in profilato, diametro 16mm, sezione minima 200 mmq, acciaio zincato a caldo
- conduttore di terra protetto con guaina isolante G/V, in tubo in PVC, sezione 1x16mmq
- conduttore di protezione sezione pari alla sezione dei conduttori di fase fino al 16mmq
- conduttore equipotenziale principale, sezione minima 6mmq
- conduttore equipotenziale tra due masse, sezione minima 4 mmq
- conduttore equipotenziale principale tra due masse, sezione minima 4mmq

### **Scelta dei componenti e dei materiali**

Nella scelta dei materiali costituenti il dispersore, ai fini di limitare gli effetti della corrosione, si devono usare preferibilmente materiali omogenei, ma in particolare vicini naturalmente nella serie elettrochimica, o come si dice nella scala di nobiltà dei metalli. Questa precauzione deve essere osservata soprattutto per i dispersori di fatto, come sono ferri di armatura del calcestruzzo, delle fondazioni interrate, per evitare che a causa della corrosione possano con il tempo, venire meno alla loro funzione principale, con le gravissime conseguenze facilmente immaginabili per le strutture.

Nella seguente tabella si riporta a titolo di esempio una scala di nobiltà pratica, valida in ambiente neutro, condizione peraltro molto rara in realtà, perché di solito non lo è:

- Stagno
- Rame- ottone- bronzo- acciaio nel calcestruzzo

- Acciaio dolce
- Piombo
- Alluminio
- Zinco.
- In genere sono considerati adatti alla posa diretta del terreno per la funzione di dispersori i seguenti materiali:
- Rame rosso nudo, o ancor meglio stagnato, specialmente negli ambienti aggressivi.
- Acciaio zincato a caldo.

Nel caso specifico del nostro impianto sono prescritti come dispersore verticale un dispersore a croce in acciaio zincato a caldo, con le dimensioni a norme pari a 50x50x5mm, e come dispersore orizzontale una corda rossa nuda in Rame almeno da 35 mmq, meglio da 50 mmq, con i relativi accessori, il tutto costruito, ed installato a norme CEI. I collegamenti tra dispersori e tra dispersore e conduttore di terra sono effettuati interponendo capicorda stagnanti, pinzati a compressione, il collegamento ai dispersori di fatto (ferri dell'armatura del cemento armato) sono effettuati saldando un bullone in acciaio, con diametro minimo di 10 mm, ai ferri della struttura portante in cemento armato e collegando tale bullone ad un conduttore di terra, mediante capocorda stagnato serrato tra due dadi, o pinzato a pressione, diretto verso il collettore generale di terra ed alla corda nuda in Rame proveniente dal dispersore verticale, mediante connettore in Rame a C pinzato a pressione.

### progetto del dispersore di terra

Dati di progetto:

- Tipologia di impianto: stabilimento industriale con propria cabinati di trasformazione (sistema TN).
- Alimentazione: 20 KV.
- Layout dell'impianto: vedi tavola allegata.
- Dimensioni in pianta dell'impianto: l'impianto occupa un'area regolare assimilabile ad un rettangolo di circa 100 mt. x 32 mt con componenti disposti in tutta l'area e cabina posta in posizione ideale all'arrivo dei cavi in MT:
- Dimensione del terreno disponibile: quello dell'impianto.
- Conduttori di ritorno: non sono previsti conduttori di ritorno.
- Corrente di guasto a terra sulla MT  
e suo tempo d'interruzione:  $I_F=100$  A,  $t_F=1$  sec.
- riferimento normativo: norma CEI 11-1.
- Limiti normativi: tenuto conto che il tempo di interruzione è  $t_F = 1$  s, la massima tensione di contatto ammissibile  $U_{Tp}$  ( come si evince dalla seguente tabella) non deve superare 103 V; la tensione di passo deve essere inferiore a 309 V.

**TABELLA 1**

<b>Tempo di eliminazione guasto (s)</b>	<b>Tensione di contatto ammissibili <math>U_{TP}</math> (v)</b>	<b>Tensione di passo <math>U_S</math> (V)</b>	<b>Tensione di terra <math>U_E = U_T</math> (v)</b>
<b>10</b>	<b>80</b>	<b>240</b>	<b>80</b>
<b>2</b>	<b>85</b>	<b>255</b>	<b>85</b>
<b>1</b>	<b>103</b>	<b>309</b>	<b>103</b>

<b>0.8</b>	<b>120</b>	<b>360</b>	<b>120</b>
<b>0.7</b>	<b>130</b>	<b>465</b>	<b>130</b>
<b>0.6</b>	<b>155</b>	<b>465</b>	<b>155</b>
<b>≤ 0.5</b>	<b>220</b>	<b>660</b>	<b>220</b>

### ***Guasto a massa nei circuiti terminali***

Poiché tutte le masse rientrano all'interno del dispersore magliato, per il dimensionamento delle protezioni la condizione da rispettare è la seguente:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_s} \quad (1)$$

dove:

$I_a$  è la corrente che determina l'intervento del dispositivo posto a protezione del circuito entro il tempo indicato dalla tabella prevista dalla norma e riportante i tempi massimi di interruzione per i sistemi TN in funzione del livello della tensione di alimentazione; per una tensione di 230 V si ha un tempo massimo di 0,4 s

$$U_0 = 230 \text{ V}$$

$Z_s$  = impedenza dell'anello di guasto.

La condizione (1) è stata verificata nel punto estremo dei circuiti terminali dove  $Z_s$  assume il valore massimo. Essendo i circuiti terminali protetti da interruttore differenziale con  $I_{dn}$  0,03 A, si pone  $I_a = I_{dn}$  e la condizione (1) risulta ampiamente soddisfatta come è stato verificato dalla misura della  $Z_s$  e dalle prove effettuate.

### ***Risultati delle misure di resistenza del terreno***

Le misure condotte con il metodo Wenner secondo due direttrici (le due mediane della superficie rettangolare) con interdistanze crescenti fra i picchetti di misura ( $s=50 \div 100\text{m}$ ) hanno permesso di stabilire che il terreno è sostanzialmente omogeneo con una resistività media di 100  $\Omega\text{m}$ . Il terreno è di natura argillosa con humus superficiale e non soggetto a significativi fenomeni di gelività e siccità.

### ***Corrente che il dispersore deve drenare a terra $I_E$***

Tenuto conto che non si hanno conduttori di ritorno risulta  $I_E = I_F$  e pertanto la corrente da drenare a terra nel caso in esame risulta pari a 100A.

### ***Scelta preliminare della tipologia del dispersore***

Per la progettazione preliminare si prevede un dispersore rettangolare di 100 m x 32 m, interrato a 0,5 m, all'interno del quale cade l'intero impianto da realizzare.

Poiché il sistema è del tipo TN, l'impianto di terra della cabina è collegato a tutte le masse in bt.

Il dimensionamento dell'impianto di terra è effettuato in base alla Norma CEI 11.1, secondo la quale la tensione di contatto in un punto qualsiasi dell'impianto deve essere inferiore ai valori limiti stabiliti dalla Norma in funzione del tempo di intervento delle protezioni. Volendo evitare la verifica delle tensioni di passo e di contatto si deve avere:

$$R_t \cdot I_E \leq U_{TP} \quad (2)$$

Dove  $R_t$  è la resistenza di terra del dispersore.

Affinché la (2) sia rispettata deve essere

$$R_t \leq \frac{U_{TP}}{I_E} = 1,03 \, \Omega$$

Dal momento che il tempo di intervento delle protezioni è pari a 1 s la norma impone una  $U_{TP}$  pari a 103 V.

Per il calcolo della  $R_t$  si fa riferimento a una maglia quadrata con un lato pari a 100m e con un perimetro di 264 m con le ultime due file con maglie 10 m x 10 m e nella zona interna maglie 20 m x 20 m.

Utilizzando il metodo delle formule interpolative si è ricavato per  $R_t$  un valore pari a circa  $2 \times 10^{-3} \, \Omega$ ; quest'ultimo permette di soddisfare ampiamente la (2) e di non procedere alla verifica della tensione di passo e di contatto.

E' da tenere presente che nel caso in esame la presenza in superficie di asfalto la elevata resistività comporta una forte riduzione delle tensioni di contatto e di passo rispetto a quelle a vuoto. Infatti la tensione di contatto nel caso specifico si riduce del 75% rispetto alla tensione di contatto a vuoto.

### ***Recinzioni***

Non esistono particolari condizioni di rischio al contorno. Pertanto le recinzioni e il cancello d'ingresso possono essere metallici e dovranno essere connessi al dispersore.

### ***Tensioni trasferite***

Tutte le tubazioni metalliche poste all'interno dell'impianto dovranno essere connesse all'impianto di terra e nel caso in cui fuoriescano dall'impianto dovranno presentare un giunto di isolamento. Analoghe misure precauzionali dovranno utilizzarsi nel caso di binari che fuoriescano dalla stazione.

### ***Descrizione del dispersore***

Sulla base delle analisi precedentemente condotte il dispersore risulta quindi costituito da una rete magliata rettangolare di 100 x 32 con magliatura differenziata realizzata con conduttori di rame nudo cordato di sezione  $50 \, \text{mm}^2$  interrata a circa 0,5 m rispetto al piano del calpestio. Si hanno due file di maglie periferiche 10 m x 10 m e le restanti maglie centrali 20 m x 20 m.

Gli elementi sopra riportati consentono di redigere la relazione generale, la relazione tecnica e gli elaborati grafici descrittivi.

## **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ELETTRICI**

Le misure di protezione contro i contatti diretti hanno lo scopo di evitare contatti con parti in tensione.



Esse sono quelle previste dalla norma CEI 64-8 sez. 4, si suddividono in misure di protezione parziale ed in misure di protezione aggiuntiva.

## **Misure di protezione totale**

Le misure di protezione previste dalla normativa elettrica in vigore sono:  
misure di protezione mediante isolamento delle parti attive:

### **misure di protezione mediante involucri o barriere;**

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

Si ha la protezione mediante isolamento delle parti attive quando:

- tutte le parti attive devono essere completamente ricoperte da buoni materiali isolanti,
- l'isolamento realizzato può essere rimosso solo mediante distribuzione dello stesso,
- L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative norme,

in pratica si realizza la protezione mediante l'isolamento delle parti attive quando l'isolamento stesso è destinato ad impedire qualsiasi contatto con le parti attive quando dell'impianto o delle apparecchiature.

Protezione mediante involucri e barriere.

Si ha la protezione dei contatti diretti mediante involucri o barriere se:

- gli involucri o le barriere delle parti attive devono assicurare un grado di protezione non inferiore a IP2X;
- le superfici orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IP4X;

se è necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera, per ragioni di esercizio, viene rispettata almeno una delle seguenti prescrizioni: uso di chiave o attrezzo specifico da parte di personale responsabile abilitato ad hoc, interposizione di una barriera intermedia che impedisca il contatto con le parti attive, con grado di protezione non inferiore a IP2X rimovibile con chiave o attrezzo specifico.

Le barriere o gli involucri sono quindi destinati ad impedire il contatto con le parti attive.

## **Misure di protezione parziale**

Le misure di protezione parziale contro i contatti diretti sono:

- Protezione mediante ostacoli,
- Protezione mediante di stanziamento.

Nell'impianto elettrico di questo progetto sono adottate misure di protezione totale contro i contatti diretti, ad esempio i quadri sono chiusi a chiave, opportunamente custoditi dal personale responsabile, i coperchi delle scatole hanno viti svitabili con l'uso di idoneo cacciavite, o di una chiave, o di un attrezzo specifico dotato di un'impronta ad hoc, etc.

## **Misure di protezione aggiuntive con gli interruttori differenziali ad alta sensibilità**

Come misura di protezione supplementare principe contro i contatti diretti si è impiegata l'installazione, su tutti i circuiti, di ottimi interruttori differenziali ad alta sensibilità:

$$I_d \leq 0.030(A)$$

## Illuminazione esterna

L'illuminazione esterna è realizzata per mezzo di pali di altezza mt.10,80 nei quali saranno muniti di proiettori stagni con grado di protezione IP65-66 che ospiteranno lampade di Sodio Alta Pressione (S.A.P.) da 250 W

## CALCOLO DELLE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

Lo scopo del calcolo delle correnti di cortocircuito che interessano le linee di distribuzione è quello di conoscere a priori le eventuali sollecitazioni sulle apparecchiature interessate, a tal fine, il calcolo si propone di valutare:

La corrente massima di cortocircuito determinante ai fini delle massime sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche sulle apparecchiature ai fini della verifica del potere d'interruzione dei dispositivi di protezione installati a monte delle linee di alimentazione;

la corrente minima di cortocircuito determinante ai fini della taratura delle protezioni. Il calcolo segue una procedura unificata, derivata dalla pubblicazione IEC 909 per il calcolo delle correnti di cortocircuito in reti trifasi a corrente alternata esercita a frequenza nominale (50 o 60 Hz) quando il cortocircuito avvenga in reti a bassa tensione di tipo radiale, si è tenuto conto inoltre della "guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione – norma C.E.I. 11 – 28", conforme al Documento di Armonizzazione **CENELEC HD 581 S1.**

Il metodo di cui sopra si basa sulle seguenti ipotesi:

- Il circuito è lontano dai generatori ed alimentato dalla rete di un solo punto; la rete in bassa tensione è considerata non magliata;
- Il valore della tensione della sorgente e le impedenze di tutti i componenti del circuito sono supposte costanti;
- Il cortocircuito, se polifase, è simultaneo in tutti i poli;
- per tutta la durata del cortocircuito non vi sono cambiamenti nei circuiti interessati, le fasi interessate restano le stesse, vale a dire un cortocircuito trifase rimane trifase per tutto il tempo del cortocircuito;
- le capacità delle linee e le ammettenze in parallelo degli elementi passivi sono trascurate.

Il calcolo delle correnti di cortocircuito è stato effettuato anche nelle linee che partono dal quadro generale del centro per alimentare i quadri derivati di zona o di reparto; nella valutazione di tali correnti si deve tenere conto della posizione di questi quadri, poiché da essa dipende la lunghezza della linea e quindi l'impedenza totale, per tale ragione essendo una misura non precisata si sono fatte le seguenti considerazioni:

ai fini della valutazione della corrente massima di cortocircuito la lunghezza della linea è stata fissa in 60 m;

si ipotizza un eventuale contributo dei motori elettrici alle correnti di cortocircuito.

Nella valutazione delle correnti cortocircuito bisogna considerare il contributo che danno i motori direttamente connessi alla rete (o linea di alimentazione) ove avviene il cortocircuito, infatti nell'istante in cui avviene il cortocircuito, i motori contribuiscono ad alimentare il punto di guasto con una corrente che proviene dal campo magnetico presente nella macchina asincrona.

Tale contributo può essere trascurato se è soddisfatta la seguente relazione:

$$\sum I_{TM} \leq 0.01 I''_k (A) [1]$$

dove  $I_{TM}$  è la somma delle correnti nominali dei motori connessi direttamente alla rete dove avviene il cortocircuito;

$I''_K$  è la corrente iniziale simmetrica di cortocircuito senza l'influenza dei motori.

Per il possibile contributo alle correnti di cortocircuito si considera solo quello dovuto alla totalità dei motori installati nell'eventuale guasto al quadro generale.

Nel caso specifico la potenza dei motori installati nell'eventuale guasto al quadro generale.

Nel caso specifico le potenze dei motori alimentati dalle varie derivazioni in partenza delle cassette di derivazione o direttamente dal quadro generale sono inferiori alla relazione [1], di conseguenza non si ritiene opportuno considerarne il contributo alle eventuali correnti di guasto.

#### **Valori delle correnti di cortocircuito trifase netto e monofase a terra ne l punto di installazione degli di interruttori**

<b>Punto di guasto</b>	<b><math>I''_{K3}</math> (kA) ( trifase)</b>	<b><math>I''_{K1}</math> (A) (monofase)</b>
<b>Morsetti b.t. del trasformatore</b>	<b>15 kA</b>	<b>12k A</b>
<b>Morsetti in uscita dell'interruttore di cabina</b>	<b>10,306 kA</b>	<b>10,063k A</b>
<b>Morsetti in uscita dell'interruttore di quadro generale di distribuzione</b>	<b>7,734 kA</b>	<b>4,587 kA</b>

#### **DESCRIZIONE DELLE MODALITA' OPERATIVE E DI MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI**

L'impianto elettrico potrà essere sezionato durante l'esercizio secondo le esigenze del momento, per mezzo degli interruttori a protezione delle varie linee, prese di servizio, illuminazione ordinaria, illuminazione di emergenza, linee particolari di alimentazione, come ad esempio quelle dei condizionatori reversibili a pompa di calore, etc, per mezzo degli interruttori generali automatici magnetotermici differenziali dei vari quadri, preposti a questa funzione, o infine aprendo il sezionatore sottocarico di MT della cabina di trasformazione, nel caso fosse necessario disinserire tutto l'impianto elettrico.

E' opportuno completare la presente relazione con un cenno ed alcune raccomandazioni per l'esecuzione del cablaggio strutturato da realizzare per la rete LAN, dedicata agli altri impianti d informatica, di telecomunicazione, di antifurto, etc. affinché tutti gli impianti tecnologici realizzati siano conformi alla buona tecnica ed allo stato dell'arte attuale.

Il cablaggio strutturato della sede deve essere realizzato in linea con le normative EIA/TIA 568 E 570, nonchè secondo il modello ISO/IEC 11801, e successive norme comunitarie derivate, denominato come topologia del tipo "stellare gerarchica", a partire dalla E.R., Equipmen Room, bene identificata e visibile nelle planimetrie così come lo sono le W A, Work Areas; nlla ER sono installati il quadro elettrico generale, le borchie ed il centralino telefonico PBX, Private Branch eXchange, il TC, Telecommunication Closet, l'HUB, il server della sede, la centrale antifurto, la centrale antincendio , etc.

Infine per far sì che l'impianto, e non solo i componenti, superino il collaudo con i valori tipici della CAT. 5, occorre che nei tratti di percorso parallelo tra i cavi di energia ed i cavi UTP, FTP, etc. la distanza minima tra loro non sia inferiore ai 152 mm prescritti, che i raggi di curva siano sempre superiori a quelli di norma, raccomandati quelli con valore almeno 15

volte il diametro del cavo, inoltre occorre che questi cavi siano installati con la massima delicatezza, maneggiandoli una sol volta quando sono estratti dall'imballo originale, in modo tale che le "twisted pairs", i topolini ritordi dei cavi non subiscano alcun danno, unica garanzia per ottenere la permanenza dei valori di attenuazione, di distorsione, del NEXT e del FEXT, paradiafonia e telediafonia, etc. nelle fasce di tolleranza della CAT.5, anche per ottenere l'assenza di riflessioni, naturalmente anche alle terminazioni dei cavi, e delle "patch cord", con evidenti benefici per l'equivocazione, cioè al fine di rendere minimi gli errori di trasmissione dei segnali, sia analogici che digitali, dovuti appunto al supporto fisico trasmissivo utilizzato.

Per maggiori dettagli sui quadri, sulle linee e su altri particolari specifici dell'impianto si rimanda all'esame degli schemi elettrici allegati; infine si raccomanda la permanenza delle condizioni di sicurezza ottenibile per mezzo di una idonea manutenzione periodica.

## **GESTIONE MANUTENZIONE E VERIFICA IMPIANTO ELETTRICO**

Il componenti elettrici dell'impianto sono stati scelti in modo da conseguire un qualità capace di assicurare una affidabilità e una gestione, la più economica e sicura possibile, in relazione al tipo di personale disponibile.

La gestione comporta: manutenzione controlli e interventi in caso di anomalie o guasti e di ricambio di lampade degli apparecchi di illuminazione. Per gli apparecchi autonomi dell'illuminazione di sicurezza bisogna provvedere a sostituire gli accumulatori, secondo la periodicità prevista dalle ditte costruttrici (almeno ogni quattro anni)

La manutenzione si riduce praticamente alla sola ispezione e pulizia periodica dei quadri elettrici, della cabina MT/BT, dei collegamenti della messa a terra.

I controlli consisteranno in verifiche periodiche previste dalle Norme CEI 64-8, 11-1 e 11-8, e saranno effettuati dal personale specializzato.

Sul posto devono essere tenuti a disposizione del personale specializzato ed autorizzato, planimetrie, schemi elettrici e istruzioni per l'uso e manutenzione delle apparecchiature speciali.

Le verifiche periodiche da effettuare sono quelle previste dalle norme ed almeno le seguenti:

- Efficienza dell'impianto di terra, con un intervallo stabilito massima ogni anno;
- Controllo dell'impianto elettrico principale e verifica dell'isolamento dei circuiti
- Verifica funzionamento interruttori differenziali

Il Tecnico  
Ing. Vincenzo Di Marco