

**PROGETTO PRELIMINARE IMPIANTO ELETTRICO  
PER STALLA PER VITELLI A CARNE BIANCA  
IN AMPLIAMENTO AD ALLEVAMENTO ESISTENTE**

**31050 Barcon di Vedelago**

**RELAZIONE TECNICA**  
**Di Progetto**

Tipo di progetto: **PRELIMINARE**

Nome Società: VERDECO' DI PALADIN FERNANDA  
& C.SOCIETA' SEMPLICE AGRICOLA  
VIA TERZA ARMATA 40  
BARCON DI VEDELAGO (TV)

Ubicazione immobile: VIA BATTAGLIONE SANDRO POMINI  
BARCON DI VEDELAGO (TV)

Destinazione d'uso: **FABBRICATO AD USO AGRICOLO**

Commessa N.: **2022058**

Documento N.: **RT1SASSL0100E00**

Revisione	Data revisione	Descrizione
0	01/07/2021	Prima emissione
1	30/03/2023	Seconda emissione

Il Committente	L'installatore	Il Progettista

## INDICE

<b>1</b>	<b>SCOPO .....</b>	<b>4</b>
1.1	INTRODUZIONE .....	4
1.2	ESCLUSIONI DAL PROGETTO .....	4
<b>2</b>	<b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA .....</b>	<b>5</b>
2.1	DESCRIZIONE DEL SITO DI INSTALLAZIONE .....	5
2.2	DESCRIZIONE E LIMITI DELL'IMPIANTO ELETTRICO DA REALIZZARE.....	5
2.3	EVENTUALI VARIAZIONI AL PROGETTO PRELIMINARE.....	5
2.4	AMBIENTI ED APPLICAZIONI PARTICOLARI .....	6
2.4.1	Ambiente ordinario.....	6
2.4.2	Luoghi con pericolo di fulminazione .....	6
2.4.3	Locale w.c. di servizio .....	6
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI .....</b>	<b>7</b>
3.1.1	Riferimenti normativi .....	7
3.1.2	Riferimenti legislativi .....	8
<b>4</b>	<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA.....</b>	<b>9</b>
4.1	DATI TECNICI DI PROGETTO.....	9
4.1.1	Dati di progetto di carattere generale.....	9
4.1.2	Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'edificio .....	10
4.1.3	Dati relativi alle influenze esterne: condizioni ambientali .....	11
4.1.4	Dati di progetto relativi all'impianto elettrico .....	12
4.2	IMPIANTI RELATIVO ALLA BASSA TENSIONE BT.....	13
4.2.1	Generalità .....	13
4.2.2	Classificazione del sistema del neutro .....	13
4.2.3	Consegna dell'energia elettrica.....	13
4.2.4	Limiti di batteria.....	13
4.2.5	Quadro elettrico generale BT.....	13
4.2.6	Sottoquadri elettrici .....	14
4.2.7	Cassette di derivazione.....	14
4.2.8	Utilizzatori .....	15
4.2.9	Impianto di illuminazione.....	15
4.2.10	Impianto di illuminazione di sicurezza.....	15
4.2.11	Impianti elettrici negli ambienti con presenza di persone minorate .....	17
4.2.12	Impianto di aspirazione nei W.C. ciechi. ....	17
4.2.13	Impianto di messa a terra .....	17
4.3	SOLUZIONI IMPIANTISTICHE ELETTRICHE .....	20
4.4	CRITERI DI SCELTA PROGETTUALI .....	20
4.4.1	Elementi protettivi delle linee .....	20
4.4.2	Conduttori dell'impianto .....	21
4.4.3	Materiali .....	22

4.5	PROTEZIONI E SCELTE PER AL SICUREZZA .....	23
4.5.1	Criteri di progettazione contro i contatti diretti .....	23
4.5.2	Criteri di protezione contro i contatti indiretti .....	23
<b>5</b>	<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE DI PROGETTO .....</b>	<b>25</b>
5.1	CALCOLI ESECUTIVI DI IMPIANTO .....	25
5.1.1	Calcolo delle correnti di impiego .....	25
5.1.2	Dimensionamento dei cavi .....	26
5.1.3	Integratore ad effetto Joule .....	28
5.1.4	Dimensionamento dei conduttori di neutro .....	29
5.1.5	Dimensionamento dei conduttori di protezione .....	30
5.1.6	Calcolo della temperatura dei cavi .....	31
5.1.7	Cadute di tensione .....	31
5.1.8	Fornitura della rete .....	32
5.1.9	Calcolo dei guasti .....	33
5.1.10	Calcolo delle correnti massime di cortocircuito .....	33
5.1.11	Calcolo delle correnti minime di cortocircuito .....	37
5.1.12	Scelta delle protezioni: .....	38
5.1.13	Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture: .....	39
5.1.14	Verifica di selettività: .....	40
<b>6</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO PER L'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>41</b>
6.1.1	Criteri di calcolo per l'illuminazione normale: .....	41
<b>7</b>	<b>VERIFICHE PROVE E MISURE STRUMENTALI E DOCUMENTAZIONE .....</b>	<b>43</b>
7.1	ESAME A VISTA .....	43
7.2	DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE .....	43
<b>8</b>	<b>MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>ELENCO ELABORATI DELLA RELAZIONE TECNICA .....</b>	<b>45</b>

## **1 SCOPO**

### **1.1 INTRODUZIONE**

Scopo della presente Relazione Tecnica è la definizione dei requisiti tecnici, dei dati di progetto, le modalità di installazione, le specifiche tecniche dei materiali e apparecchiature elettriche per l'esecuzione dell'impianto elettrico nell'ambito dei lavori ubicato in 31050 Barcon di Vedelago.

Questa relazione dovrà essere usata unitamente alle normative, alle specifiche, ai dimensionamenti, agli elaborati grafici ecc. richiamati in essa e/o negli altri documenti allegati. Ogni divergenza tra essa e tali normative e documenti dovrà essere portata all'attenzione del committente per un chiarimento prima di qualsiasi azione da parte dei fornitori.

I fornitori saranno responsabili di quanto precisato ai successivi capitoli.

Il rispetto di questa relazione, come pure l'approvazione da parte del committente di disegni, specifiche, prove ecc. non solleva i fornitori dalle loro responsabilità.

Pertanto essi sono tenuti a compiere, in aggiunta a quanto previsto nella specifica stessa, tutte quelle azioni suggerite dalla buona pratica esecutiva, necessarie affinché la fornitura sia rispondente ai requisiti prescritti.

### **1.2 ESCLUSIONI DAL PROGETTO**

Il progetto dell'impianto elettrico si estende dal punto di consegna (energia elettrica) fino ai singoli utilizzatori e/o apparecchi elettrici di tipo fisso.

Restano inoltre esclusi dal seguente progetto:

- 1 Gli impianti elettrici non citati nel progetto;
- 2 Gli impianti elettrici degli apparecchi e/o utilizzatori elettrici di tipo mobile;
- 3 Qualsiasi tipo di impianto elettrico bordo macchina;

## **2 RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA**

### **2.1 DESCRIZIONE DEL SITO DI INSTALLAZIONE**

La zona messa a disposizione per la realizzazione dell'impianto elettrico in oggetto, è individuato in una porzione di un fabbricato ad uso Stalla per vitelli a carne bianca situato in 31050 Barcon di Vedelago via Battaglione Sandro Pomini.

Dagli elaborati grafici è possibile individuare le varie zone dell'impianto elettrico, verificare la nomenclatura dei componenti per poterne identificare le funzioni.

### **2.2 DESCRIZIONE E LIMITI DELL'IMPIANTO ELETTRICO DA REALIZZARE**

Il progetto, redatto in questa relazione, consiste nella realizzazione degli impianti elettrici relativi a:

- Impianti elettrici luci e prese
- Linee elettriche di distribuzione;
- Impianto di illuminazione ordinaria e di emergenza;
- Punti luce e prese di servizio;
- Impianto di terra ed equipotenziale;

Tale progetto descrive ed indica le scelte e modalità di progettazione ed esecuzione dei lavori dell'impianto elettrico come meglio rappresentato negli elaborati grafici di progetto.

Il progettista declina sin da ora qualsiasi responsabilità inerente a danni o malfunzionamenti derivati da interazioni con impianti esistenti non segnalati dal cliente. 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.

### **2.3 EVENTUALI VARIAZIONI AL PROGETTO PRELIMINARE**

Nessun progetto preliminare o Definitivo è mai stato consegnato.

## **2.4 AMBIENTI ED APPLICAZIONI PARTICOLARI**

### **2.4.1 Ambiente ordinario**

Tale locale, è stato definito come ambiente ordinario Classificazione degli ambienti in relazione alle sollecitazioni dovute, alle condizioni ambientali, alle attività svolte ed alle eventuali particolarità. I suddetti locali sono considerati “Ambienti Ordinari” soggetti a normativa generica CEI 64-8.

Gli impianti di distribuzione, nonché le apparecchiature elettriche, oggetto del presente progetto, In base ad assenza di corpi solidi e di liquidi, saranno realizzati con grado di protezione minimo di Seguito indicato:

Locali vari:

- quadri elettrici IP30;
- corpi illuminanti IP 20;
- interruttori pulsanti e prese IP 20;
- impianti di distribuzione IP 30;

Bagni

- quadri elettrici IP 55;
- corpi illuminanti IP 55;
- interruttori pulsanti e prese IP 55;
- impianti di distribuzione IP 55.

### **2.4.2 Luoghi con pericolo di fulminazione**

Nell'impianto in oggetto, per maggior sicurezza, sono stati previsti SPD di classe I nel quadro generale di distribuzione, in modo tale che dall'analisi del rischio, non risulti la necessità d'installare ulteriori sistemi di protezione.

### **2.4.3 Locale w.c. di servizio**

In questi ambienti l'impianto dovrà essere realizzato nel rispetto delle prescrizioni indicate nella norma CEI 64-8 fascicolo 701. In particolare dovranno essere rigorosamente rispettate le prescrizioni riguardo le distanze delle apparecchiature elettriche rispetto ai sanitari

## **3 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI**

### **3.1.1 Riferimenti normativi**

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici; Gli impianti saranno realizzati rispettando il DM 37/08;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. – Linee in cavo;
- CEI 11-20. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi a continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-25. Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti;
- CEI 11-27. Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-28. Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti radiali a bassa tensione;
- CEI 17-5. Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici
- CEI 17-13. Apparecchiature assiemate di protezione e manovra di bassa tensione (CEI EN 60439-1-2-3-4);
- CEI 20-22 II. Procedura di prova della non propagazione dell'incendio per cavi disposti a fascio con materiale non metallico di 5 o 10 Kg/m;
- CEI 20-27 Cavi di energia per segnalamento. Sistema di designazione;
- CEI 20-35 II. Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni di incendio. Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore a cavo isolato. Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata;
- CEI 20-40 Guida per l'uso dei cavi a bassa tensione;
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1kV;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento a guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici;
- CEI 23-3 Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
- CEI 33-5 Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 660V;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 64-14: Guide alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- CEI 31-35: Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi;
- CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori;
- CEI 64-14: Guida alle verifiche degli impianti utilizzatori;
- CEI 70-1: Gradi di protezione degli involucri. (Codici IP);
- CEI 79-3: Impianti antieffrazione, antifurto, e antiaggressione;
- CEI 81-8: Guida d'applicazione all'utilizzo dei limitatori di sovratensione sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione;
- CEI 103-1: Impianti telefonici interni;
- CEI UNEL 35023: Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4- cadute di tensione;
- CEI UNEL 35024/1: Cavi per energia isolati in gomma o con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

- CEI UNEL 35024/2: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI UNEL 35026: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;
- UNI EN 1264-1: Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: posti di lavoro Interni;
- UNI EN 1838: Illuminazione di emergenza;

### **3.1.2 Riferimenti legislativi**

- Legge 01-03-68 n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Decreto 22-01-08, n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies (comma 13, lettera a) della legge n.248 del 02-12-05, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- D.lgs. n. 81/2008 e 106/2009: Testo unico sicurezza sul lavoro;
- DPR 22-10-01 n. 462: Norme per la Prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- DPR 06-06-01 n. 380: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia;
- Legge 18-10-77 n. 791: G.U. n. 298 del 02-11-77 e G.U. n. 305 del 09-11-77 Attuazione delle direttive CEE 72/23 relative alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico;

**N.B.: Tutti i materiali, che verranno installati in questi impianti elettrici, dovranno essere sottoposti alla prova del filo incandescente condotta con le modalità stabilite dalla norma CEI 89-13 (EN 60695-2-11)**

**N.B.: in caso il committente sia il datore di lavoro, deve inviare con apposito modulo di trasmissione la dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico degli enti preposti ISPESL e ASL/ARPA, entro 30 giorni dalla messa in servizio dell'impianto. (DPR 22-10-2001 N.462)**



## 4 RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

### 4.1 DATI TECNICI DI PROGETTO

<b>4.1.1 Dati di progetto di carattere generale</b>			
<i>Pos.</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori di riferimento</i>	<i>Note</i>
1.2	Committente	VERDECO' DI PALADIN FERNANDA & C.SOCIETA' SEMPLICE AGRICOLA.	
1.3	Denominazione dell'opera	Impianto elettrico BT	
1.4	Scopo del lavoro	Realizzazione di un impianto elettrico per edificio ad uso Capannone agricolo	
1.5	Vincoli progettuali da rispettare	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interfacciamento alla rete consentito nel rispetto delle norme CEI</li></ul>	
1.6	Altre informazioni di carattere generale	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sito facilmente raggiungibile con strada asfaltata e sterrata</li><li>• Presenza di spazio disponibile coperto per i materiali di cantiere</li><li>• Movimentazione materiali abbastanza agevole attorno al cantiere</li></ul>	

<b>4.1.2 Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'edificio</b>			
<i>Pos.</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori di riferimento</i>	<i>Note</i>
2.1	Destinazione d'uso	Edificio ad uso Stalla	
2.2	Barriere architettoniche	<ul style="list-style-type: none"><li>• Accesso all'area, in piano</li><li>• Trasporto e movimentazione materiali agevole</li></ul>	
2.3	Ambienti soggetti a normativa specifica CEI che interessano il presente progetto		
		Per il passaggio dei cavi si terrà in considerazione delle norme CEI 64-8/7 751.04.2.6	Per le vie cavo

#### 4.1.3 Dati relativi alle influenze esterne: condizioni ambientali

Pos.	Dati	Valori di riferimento	Note
3.1	Temperatura minima/massima interno all'interno degli edifici Temperatura minima/massima all'aperto -temperatura giorno più caldo -media delle massime estive -media annuale	+15°C -10°C / +30°C Non rilevante Non rilevante Non rilevante	Valori stimati e ricavati dalla letteratura tecnica riferiti a luoghi/zone di riferimento di installazione dell'impianto secondo UNI 10439
3.2	Formazione di condensa	Presente	
3.3	Presenza di corpi solidi estranei Presenza di polvere	Bassa Media	Quadri e inverter IP65 e IP55
3.4	Presenza di liquidi Tipo di liquido Trascurabile Possibilità di stillicidio (caduta gocce) Esposizione alla pioggia Esposizione agli spruzzi di getti d'acqua	Si Acqua NO NO NO Possibile	Dati riferiti alla possibile posizione del quadro elettrico di regolazione impianto
3.5	<u>Umidità relativa dell'aria:</u> media di riferimento normali variazioni comprese tra	70% 40% ÷ 90%	
3.6	<u>Condizioni del terreno</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Resistività elettrica del terreno (<math>\Omega</math> m)</u></li> <li>• <u>Resistività termica del terreno (m K/W)</u></li> </ul>	120 1.2	Valore ipotizzate per mancanza dati Valore ipotizzate per mancanza dati
3.7	<u>Ventilazione dei locali</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Naturale</u></li> <li>• <u>Artificiale</u></li> <li>• <u>Naturale assistita da ventilazione artificiale</u></li> <li>• <u>Numero di ricambi (previsti come ordinari)</u></li> </ul>	Naturale	
3.8	<u>Condizioni ambientali speciali</u>	NO	

<b>4.1.4 Dati di progetto relativi all'impianto elettrico</b>			
<i>Pos.</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori di riferimento</i>	<i>Note</i>
4.1	<u>Tipo di intervento:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuovo impianto</li> <li>• Trasformazione</li> <li>• Ampliamento</li> </ul>	Nuovo impianto	
4.2	<u>Descrizione dell'alimentazione elettrica:</u>  Descrizione di eventuale sigla delle linee Alimentazione Punto di consegna  Tipo di Alimentazione Ente  Tensione nominale Frequenza nominale Potenza impegnata Potenza in immissione Cos φ contrattuale Distribuzione Conduttori  Vincoli del distributore da rispettare	L1,L2,L3  400V Definizioni a cura del committente 3F Definizioni a cura del committente 400V ± % 50Hz -KVA - 0,9 TN 3F  NESSUNO	
4.3	Misura dell'energia elettrica immessa/prelevata in rete	NON PREVISTO	
4.4	Misura dell'energia prodotta	NESSUNO	
4.5	<u>Massime cadute di tensione:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motori a pieno carico</li> <li>- Motori in avviamento</li> <li>- Altro</li> <li>- Linee in Corrente continua</li> </ul>	4% 12% 4% 1÷2 %	
4.6	Sezioni minime dei conduttori Elenco dei carichi Ubicazione dei carichi	Come da norme CEI Non presente Vedi elaborato grafico schema unifilare	
4.7	Prescrizioni particolari relative agli apparecchi ed ai motori da alimentare  Vincoli relativi alla tipologia di componenti  Dati dimensionali relativi alla illuminazione artificiale	Nessuno  Nessuno  Non applicabile	
4.8	<u>Altre informazioni</u>	Nessuna	

## **4.2 IMPIANTI RELATIVO ALLA BASSA TENSIONE BT**

### **4.2.1 Generalità**

L'impianto è dotato della propria cabina di trasformazione.

### **4.2.2 Classificazione del sistema del neutro**

Il sistema presenta un punto di collegamento direttamente a terra, mentre le masse dell'installazione risultano collegate ad un loro impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema d'alimentazione.

\*L'impianto elettrico è funzionante con tensione alternata sinusoidale 230/400V; 50 Hz e viene alimentato dalla rete MT. Tale tensione viene trasformata con trasformatori MT/BT 20/0.4kV

### **4.2.3 Consegna dell'energia elettrica**

La consegna di energia elettrica da parte dell'ente fornitore è situata all'esterno del fabbricato. Il cavo che alimenta il Quadro Elettrico generale appartiene al tipo RG7H1M1 tensione nominale 12/20KV. (Cavo ad isolamento minerale) Tale cavo è infilato entro tubo isolante sotto traccia

### **4.2.4 Limiti di batteria**

L'impianto elettrico in oggetto ha i seguenti limiti di batteria:

- a monte i morsetti di uscita del limitatore di proprietà dell'ente distributore.
- a valle gli utilizzatori allacciati all'impianto in modo fisso o tramite prese a spina e i quadri di comando degli automatismi.

### **4.2.5 Quadro elettrico generale BT**

Viene installato a parete in una posizione riparata e lontana da possibili sollecitazioni termiche e meccaniche. Il grado di protezione non è inferiore ad IP 5X.

E' stato costruito in materiale termoplastico autoestinguente (CEI 50-11), è resistente agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi, basi e oli minerali) ed atmosferici.

E' composto di un contenitore stagno con coperchio con porta a tenuta stagna in policarbonato trasparente; le guide DIN sono fissate su supporti che ne consentono la regolazione in profondità, per permettere l'alloggiamento d'apparecchiature diverse anche dagli interruttori modulari.

Sulla parte frontale del Quadro elettrico, devono essere disposti delle targhette pantografiste atte ad indicare chiaramente le funzioni degli interruttori e la posizione di aperto e chiuso. A monte delle linee elettriche principali, vengono installati (all'interno del Q.E. Generale) degli interruttori automatici magnetotermici differenziali ad alta sensibilità  $I_d = 0,3/0,03A$  conformi alle Norme CEI 23-3 e CEI EN61008/9.

Per ogni interruttore differenziale (salvavita) è obbligatorio verificare la corretta efficienza, premendo il tasto di prova almeno una volta al mese, è necessario inoltre controllare che la spia di segnalazione sia sempre accesa. Se l'interruttore premendo il tasto di prova non scatta, o se la spia di segnalazione è spenta, rivolgersi immediatamente ad un elettricista di fiducia.

I cavi di arrivo delle linee vengono collegati, agli interruttori automatici, tramite adatti tubetti terminali preisolati realizzati in rame elettrolitico e stagnati in rame elettroliticamente.

Tutti gli interruttori automatici magnetotermici, indicati sugli elaborati grafici, sono conformi alle Norme CEI 17-5 per uso industriale e CEI 23-3 per uso domestico e similare. Tutti i dispositivi di protezione delle

persone (interruttori differenziali puri e blocchi differenziali), sono conformi alle Norme CEI EN 61008/61009-1, IEC 755.

Gli interruttori impiegati, sono quadripolari per i carichi trifasi squilibrati, sono tripolari per i carichi trifasi equilibrati e sono bipolari per circuiti monofasi.

Il Quadro elettrico dovrà essere conforme alle Norme CEI 23-51 e 17-70, alla fine dell'installazione si dovranno effettuare le prove inerenti al corretto funzionamento e utilizzo.

Dovranno essere effettuate le seguenti verifiche e prove:

- 1) Costruzione e identificazione in conformità agli schemi circuitali e a dati tecnici;
- 2) Corretto cablaggio, del funzionamento meccanico e se necessario del funzionamento elettrico;
- 3) Resistenza di isolamento tra i conduttori attivi e verso massa, misurata a 500 V, deve essere almeno 1000 ohm/V riferita alla tensione nominale verso del terra del circuito;
- 4) Limiti di sovratemperatura mediante calcolo della potenza dissipata;
- 5) Efficienza del circuito di protezione, per isoli involucri metallici.

**Il quadro deve essere dotato di targhetta, che individua il costruttore il quale è il responsabile della conformità alla Norma del Quadro stesso.**

#### **4.2.6 Sottoquadri elettrici**

Viene installato a parete in una posizione riparata e lontana da possibili sollecitazioni termiche e meccaniche. Il grado di protezione non è inferiore ad IP 4X. Deve essere conforme alle Norme CEI 23-49 e 23-51; gli apparecchi di sezionamento e protezione sono fissati su guide DIN; le quali sono fissate su supporti che ne consentono la regolazione in profondità, per permettere l'alloggiamento d'apparecchiature diverse anche dagli interruttori modulari.

A monte delle linee elettriche principali sono installati (all'interno del Q.E. Generale) degli interruttori automatici magnetotermici- differenziali ad alta sensibilità  $I_d = 0,03A$  conformi alle Norme CEI 23-3 e CEI EN61008/9.

Per ogni interruttore differenziale (salvavita) è obbligatorio verificare la corretta efficienza, premendo il tasto di prova almeno una volta al mese, è inoltre necessario inoltre controllare che la spia di segnalazione sia sempre accesa.

Se l'interruttore premendo il tasto di prova non scatta, o se la spia di segnalazione è spenta, rivolgersi immediatamente ad un elettricista di fiducia.

I cavi di arrivo delle linee vengono collegati, agli interruttori automatici, tramite adatti tubetti terminali preisolati realizzati in rame elettrolitico e stagnati in rame elettroliticamente.

Tutti gli interruttori automatici magnetotermici, indicati sugli elaborati grafici, sono conformi alle Norme CEI 17- 5 per uso industriale e CEI 23- 3 per uso domestico e similare. Tutti i dispositivi di protezione delle persone (interruttori differenziali puri e blocchi differenziali), sono conformi alle Norme CEI EN61008/61009-1, IEC 755.

Gli interruttori impiegati, sono quadri polari per i carichi trifasi squilibrati, sono tripolari per i carichi trifasi equilibrati e sono bipolari per i circuiti monofasi.

#### **4.2.7 Cassette di derivazione**

Le cassette di derivazioni sono utilizzate anche per le connessioni di tratti contigui in robusto materiale plastico isolante autoestinguente o in lamiera verniciata oppure in acciaio inox (per poter resistere alle

sollecitazioni meccaniche). Tali cassette devono inoltre essere munite di coperchio con un idoneo sistema di chiusura (non a semplice pressione) per rendere impossibile l'introduzione di corpi estranei. Esistono cassette da murare per gli impianti sotto traccia oppure da installare esternamente, comunque predisposte per l'apertura sui fianchi di fori che consentono l'innesto dei conduttori o dei tubi portacavo.

I collegamenti interni vanno effettuati con morsetti di giunzione e/o di derivazione dotati di viti di serraggio e mantello isolante colorato, con idoneo grado di protezione. Le cassette di derivazione incassate vanno collocate sulla parete lungo la locazione verticale passante per l'interruttore e poste in opera in modo che il coperchio risulti a filo dell'intonaco.

#### **4.2.8 Utilizzatori**

Gli utilizzatori presenti sono costituiti dalle macchine collegate alle prese, dai sistemi di illuminazione fissi e mobili, dalle varie utenze di laboratori, uffici, bagni, spogliatoi e dagli impianti di produzione. L'impianto è completato, pertanto, da scatole murate o meno, poste lungo le linee o alla loro estremità e destinate a contenere gruppi modulari di dispositivi di comando detti frutti (presa a spina, comandi di intercettazione o dispositivi per funzioni speciali), installate sulle pareti alle quote consigliate dalla normativa, che fissa anche i valori limite per ottenere ambienti privi di barriere architettoniche.

Le prese, in particolare, sono le uscite elettriche a cui si collegano le apparecchiature o i corpi illuminanti portatili mediante dispositivi detti spine, a tre fori (alveoli di fase, neutro e terra) per utilizzatori monofasi (generalmente con correnti fino a 16A) oppure a quattro o cinque fori per utilizzatori trifasi; le prese monofasi sono disposte in basso a parete, ad altezza non inferiore a 17,5 cm rispetto al pavimento per tutti i locali assimilabili ad abitazioni, mentre quelle trifasi o monofasi poste su ambienti operativi dovranno essere installate ad altezze non inferiori ad 1,5 m. I punti di comando, invece, possono essere di diverso tipo: interruttori che aprono e chiudono il circuito (anche per l'accensione o lo spegnimento delle luci di un locale) ad un solo punto, commutatori che consentono di invertire solo su parte degli utilizzatori ad esso collegato, i deviatori che consentono di comandare gli stessi utilizzatori da due punti, gli invertitori che consentono di comandare l'utilizzatore da tre punti, mentre se i punti sono più di tre è consigliabile utilizzare relè e pulsanti che consentono l'accensione mediante l'azione di pressione del pulsante stesso.

#### **4.2.9 Impianto di illuminazione**

L'impianto di illuminazione viene realizzato da plafoniere stagne di diversa tipologia con corpo e schermo (trasparente stampato ad iniezione) in policarbonato autoestinguento, adatte a contenere lampade fluorescenti; il grado di protezione non è inferiore ad IP55. Le plafoniere stagne vengono comandate da dei pulsanti del tipo unipolare.

#### **4.2.10 Impianto di illuminazione di sicurezza**

L'impianto di illuminazione di sicurezza deve garantire un illuminamento sufficiente per mantenere in evidenza le uscite di sicurezza e il percorso per raggiungerle; si devono garantire su un piano orizzontale ad un metro d'altezza, 5 lux in corrispondenza di porte e scale e 2 lux in ogni altro ambiente a cui abbia accesso il pubblico. Per indicare le uscite di sicurezza e le vie d'esodo occorre fare uso della segnaletica di sicurezza. L'entrata in funzione dell'illuminazione di sicurezza deve avvenire automaticamente entro breve tempo, minore o uguale a 0,5 secondi, contemporaneamente al mancare dell'alimentazione principale. Al ritorno dell'alimentazione principale l'alimentazione di sicurezza si deve disinserire automaticamente.

Il servizio di illuminazione di sicurezza viene affidato a dei singoli apparecchi con doppio isolamento, completi di: lampada fluorescente, raddrizzatore, dispositivo automatico d'accensione e spegnimento incorporati in un unico complesso. Le batterie al Nichel cadmio, incorporate, devono essere ad elevato rendimento e devono assicurare il funzionamento per almeno 1 ora. Gli apparecchi devono avere un grado di protezione minimo di IP4X e devono essere protette contro danneggiamenti meccanici o manomissioni. Gli apparecchi illuminanti

**Studio Tecnico Per. Ind. Covolan Alberto**

Via Levada, 26/A – 31040 Pederobba (TV)

Tel. +39 3475930475 – Email: covolanalberto@virgilio.it

---

di sicurezza devono essere conformi alle Norme CEI 34-21 34-22. Il dispositivo di carica degli accumulatori al Nichel Cadmio, deve essere del tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa degli accumulatori entro 12 ore.

Tutti gli apparecchi d'illuminazione d'emergenza sono alimentati da una linea propria e con protezione autonoma indipendente.

Gli apparecchi per l'illuminazione di sicurezza vengono installati:

- Lungo le vie d'esodo ed in prossimità d'ogni uscita di sicurezza;
- Sulle porte d'uscita degli ambienti che immettono in una via d'esodo;
- Nei punti d'intersezione dei corridoi e in tutti i cambiamenti di direzione di un percorso d'esodo;
- In vicinanza delle scale o ad ogni altro cambiamento di livello del pavimento;
- In corrispondenza della segnaletica di sicurezza delle vie d'esodo non dotata di sorgente interna d'illuminazione (semplici cartelli segnalatori)
- In prossimità di dispositivi e/o attrezzature utilizzati per scopi antincendio (estintori, idranti, pulsanti di segnalazione incendio).



#### **4.2.11 Impianti elettrici negli ambienti con presenza di persone minorate**

L'impianto elettrico è eseguito a vista come descritto nella prima parte, inoltre gli apparecchi di comando hanno tasto luminescente e sono installati in posizione comoda e ben in vista ai fini di eliminare le barriere architettoniche. Tutte le apparecchiature installate sono facilmente individuabili anche in condizione di scarsa visibilità.

Al fine di consentire l'accessibilità dell'impianto elettrico da parte di persone con ridotte capacità, nelle eventuali parti previste, residenziali e non, d'edifici privati soggetti alla Legge 13/89 ed al DM 236/89, le altezze del pavimento devono essere comprese tra:

- 0.45m – 1.15m per le prese a spina;
- 0.60m – 1,40m per gli interruttori comando;
- 0.40m – 1,40m per i pulsanti;
- 1.00m – 1.40m per i telefoni;

Negli edifici o parti d'edifici sociali di proprietà pubblica o aperti al pubblico (DPR 384 del 27.04.1978), gli apparecchi di comando e di segnalazione manovrabili dalla generalità del pubblico devono essere posti ad un'altezza dal pavimento non superiore a 0.9m, devono essere visibili ed individuabili, anche in assenza d'illuminazione e facilmente azionabili. Gli apparecchi di segnalazione ottica devono trovarsi ad un'altezza dal pavimento di 2.5m- 3.00m.

E' obbligatorio installare, (alimentato ad una tensione di 12V), un pulsante a tirante con suoneria installata nel locale più presidiato, in modo che a richiesta di soccorso possa essere tempestivamente evasa.(D.M. 236/89).

E' obbligatorio installare un apparecchio per l'illuminazione di sicurezza, conforme alla Norma CEI 34-22, completa d'accumulatori (Ni-Cd) che deve assicurare il funzionamento per almeno 1 ora.

L'entrata in funzione dell'illuminazione di sicurezza deve avvenire automaticamente entro breve tempo, minore o uguale a 0.5 secondi, contemporaneamente al mancare dell'alimentazione principale.

Al ritorno dell'alimentazione principale l'alimentazione di sicurezza si deve disinserire automaticamente.

N.B. Nel servizio minorati vengono inoltre eseguiti collegamenti equipotenziali di tutte le tubazioni acqua calda, acqua fredda, dei termosifoni e ogni altra massa estranea, con conduttore in CU isolato giallo- verde N07V-G9K di sez. 6mm.

#### **4.2.12 Impianto di aspirazione nei W.C. ciechi.**

Nei W.C. ciechi si deve provvedere all'aspirazione forzata mediante aspirazione centralizzata, oppure locale, con la ventola di aspirazione funzionante a mezzo comando e disattivata tramite temporizzatore. In alternativa la ventola di aspirazione potrà funzionare contemporaneamente alla luce del locale W.C..

L'impianto elettrico segue le regole generali già descritte per i locali ordinari.

All'interno del locale deve essere installato anche un apparecchio d'illuminazione di emergenza estraibile che al mancare della tensione di rete si accende automaticamente.

L'impianto elettrico per questo tipo d'ambiente è realizzato con un grado di protezione non inferiore ad IP4X.

#### **4.2.13 Impianto di messa a terra**

L'impianto di terra viene realizzato con il collegamento alla stessa terra di tutte le parti metalliche conduttrici dell'impianto elettrico (collegamento di protezione).

L'esecuzione dell'impianto di dispersione viene eseguita infliggendo verticalmente nel terreno opportuni dispersori a picchetto, costruiti con profilati d'acciaio zincato a fuoco aventi dimensioni 1500x50x5mm.

I picchetti vengono collegati tra loro con un adatto conduttore costituito da cavo isolato” giallo- verde” sez. 50mm. Il cavo viene infilato entro tubo per cavidotto isolante, posto ad una profondità, dal terreno, di circa 0.6m del piano calpestio.

Vengono inoltre collegati all'impianto di terra: le armature delle fondazioni del calcestruzzo del fabbricato, con corda in rame nuda sez. 35mm.

Per rendere ispezionabile l'impianto di terra, vengono post nel terreno e rispettivamente uno per ogni picchetto, adatti pozzetti di dimensioni non inferiori a (40x40cm) costruiti in cemento armato senza fondo e completi di chiusino in ghisa.

Le giunzioni fra le varie parti di un dispersore e fra un dispersore ed il conduttore di terra, devono essere sufficientemente robuste per sopportare gli sforzi meccanici dovuti ad eventuali assestamenti del terreno.

Esse devono essere eseguite o con saldatura forte o con appositi robusti morsetti aventi superfici di contatto di almeno 200mm. I metalli di diversa natura che vengono collegati assieme, devono essere connessi in modo da non creare coppie che potrebbero causare corrosioni galvaniche, utilizzando per le giunzioni adatti morsetti inossidabili oppure dall'adatto grasso di vasellina per assicurare in modo durevole la protezione contro le ossidazioni.

Per il collegamento tra l'impianto di terra (esterno) e l'impianto di protezione (interno), viene installato un nodo (collettore) di terra posizionato all'interno dell'edificio stesso. Il collegamento tra collettore di terra principale e l'impianto di terra, viene realizzato con conduttore in rame isolato “giallo-verde” di sez. 16mm (N07G9-K), infilato entro tubo per cavidotto in PVC flessibile.

Il collettore di terra principale, è costituito da una barra in rame nudo con più fori per i capicorda o con morsetti in ottone nichelato. E' posizionato adiacente al Quadro Elettrico generale (QBT1) e ad esso vengono collegati tutti i conduttori isolati (giallo-verdi) di protezione e tutti i conduttori equipotenziali principali come: tubazioni metalliche dell'acqua, del gas, del riscaldamento e del condizionamento ecc.

I collegamenti equipotenziali si dividono:

- Collegamento equipotenziale principale: collegamento diretto tra le masse al collettore principale di terra;
- Collegamento equipotenziale supplementare: tutte le masse dei componenti elettrici simultaneamente accessibili e le masse estranee, si collegano al conduttore di protezione.

(Sezione minima dei conduttori di protezione)

<b>4.2.13.1 Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e conduttori di fase</b>			
<b>Pos.</b>	<b>Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio</b>	<b>Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase</b>	<b>Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase</b>
	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
1	≤ 16	Uguale alla sezione del conduttore di fase	2.5 se protetto meccanicamente 4 se non protetto meccanicamente
2	>16 ≤ 35	16	16
3	>35	Metà della sezione del conduttore di fase.	Metà della sezione del conduttore di fase.

#### 4.2.13.2 Sezioni minime dei conduttori di terra

I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato nella Norma CEI 64-8, art. 543.1, e la loro sezione deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione di cui alla tab. 4.2.13.1, con i minimi indicati nella tab.4.2.13.3:

<b>4.2.13.3 Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra</b>			
<b>Pos.</b>		<b>Protetti meccanicamente</b>	<b>Non Protetti meccanicamente</b>
		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
1	Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16mm <sup>2</sup> in Cu
2	Non protetti contro la corrosione	35 mm <sup>2</sup> in Cu 50 mm <sup>2</sup> in Fe.Zn (*)	.

Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

(\*) Zincatura secondo la Norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente

In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 della Norma CEI 64-8, in pratica mediante l'applicazione della seguente formula:

$$S_p = (I^2 t)^{1/2} / K$$

Nella quale:

**S<sub>p</sub>** = è la sezione del conduttore di protezione [mm<sup>2</sup>]

**I** = è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto d'impedenza trascurabile [A]

**t** = è il tempo d'intervento del dispositivo di protezione [s]

**K** = è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e d'altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

**N.B.: n caso il committente sia il datore di lavoro, deve inviare con apposito modulo di trasmissione la dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico degli enti preposti ISPESL e ASL/ARPA, entro 30 giorni dalla messa in servizio dell'impianto. (DPR 22-10-2001 N.462)**

### **4.3 SOLUZIONI IMPIANTISTICHE ELETTRICHE**

Le soluzioni impiantistiche adottate derivano dallo stato di fatto della struttura dell'edificio esistente, dalla parte di impianti esistenti e dalle soluzioni progettuali del nuovo profilo di utilizzo dell'area.

Tutte le indicazioni sono riportate negli elaborati grafici allegati al progetto. Qui di seguito si danno le indicazioni di massima:

- Per gli impianti esterni la distribuzione sarà realizzata tramite posa di condotti in tubazione PVC flessibili posa a vista e/o canali metallici su passerella a traversini chiusa con coperchio posa a vista;
- Per gli impianti interni ai locali tecnici: locale quadri, la distribuzione sarà realizzata in canali metallici chiusi e/o con tubazioni in PVC posa a vista.

### **4.4 CRITERI DI SCELTA PROGETTUALI**

#### **4.4.1 Elementi protettivi delle linee**

##### **4.4.1.1 Regole generali**

Tutte le condutture, le cassette di derivazione, ecc, e tutti gli elementi protettivi e non che costituiscono l'ossatura dell'impianto dovranno rispettare le seguenti condizioni:

1. Dovranno essere tali da non causare l'innescio e/o la propagazione di incendi;
2. Dovranno possedere il marchio di qualità IMQ o altro marchio egualmente riconosciuto;
3. Dovranno essere poste in opera seguendo le istruzioni del costruttore;
4. Dovranno avere grado di protezione idoneo alla zona di installazione;
5. La posa non dovrà far decadere le caratteristiche tecniche iniziali;
6. Dovranno essere omogenee per il tipo di ambiente;
7. Dovranno essere adattabili a tutti gli elementi che si presentano;
8. Dovranno rispettare le altezze di posa previste;
9. La struttura portante generale non dovrà presentare incroci inutili.

##### **4.4.1.2 Condutture**

Le condutture dovranno rispettare le regole generali delle relative norme.

Per l'attività in oggetto sono stati scelti i tipi di posa seguenti:

- Canalizzazioni in tubo PVC;
- Guaine protettive in PVC flessibili a vista

Le condutture saranno scelte in modo da assicurare una adeguata resistenza meccanica alle sollecitazioni che potranno prodursi sia durante la posa sia durante l'esercizio.

I cavi posti nelle tubazioni non dovranno occupare una sezione superiore al 70% della sezione utile della tubazione e 50% nelle canalizzazioni.

Per i cambi di direzione si utilizzeranno curve a innesto e/o "T" sulla canalizzazione metallica oppure si potranno utilizzare brevi tratte in guaine in PVC flessibili, per facilitare la posa.

I raccordi tra tubazioni e: scatole tubazioni, cassette, quadri ecc. saranno realizzati utilizzando i giunti previsti correttamente installati e senza far decadere le caratteristiche tecniche e i gradi di protezione degli involucri.

### **4.4.1.3 Gradi di protezione**

I componenti dell'impianto elettrico dovranno essere preferibilmente muniti di marchio IMQ o di un altro marchio equivalente, di conformità alle norme di altri Paesi della Comunità Europea.

In assenza di marchio o di attestato di relazione di conformità rilasciati da un organismo autorizzato, ai sensi dell'art.7 della legge 791/77, i componenti dovranno essere dichiarati conformi alle rispettive norme, direttamente dal costruttore, per questo sarà sufficiente che l'installatore della apparecchiatura alleggi alla propria dichiarazione di conformità la dichiarazione di conformità del costruttore alla relativa norma di riferimento riportata nei cataloghi della apparecchiatura e che sia apposta la marcatura CE sul componente direttamente dal costruttore. I componenti saranno idonei all'ambiente di installazione e saranno conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive Normative, scelti e posti in opera secondo le caratteristiche dell'ambiente, i gradi di protezione saranno così realizzati: per l'impianto fotovoltaico in oggetto tutte le apparecchiature interne, con grado di protezione minimo IP4X; le apparecchiature esterne IP65; il quadro elettrico di controllo IP55.

## **4.4.2 Conduttori dell'impianto**

### **4.4.2.1 Linee di alimentazione**

Tutte le linee di alimentazione saranno realizzate tramite conduttori di rame isolato di colore come da prescrizioni contenute nelle tabelle CEI-UNEL e nelle norme CEI 64-8 ed in particolare :

- Bicolore Giallo – Verde per il conduttore di protezione;
- Colore Blu chiaro sarà destinato esclusivamente al Neutro;
- Colore Marrone, Nero o Grigio per i conduttori di fase;
- Colore Rosso per i circuiti di comando in corrente alternata;
- Colore Blu scuro per i circuiti di comando in corrente continua;
- Colore Arancio per circuiti di interblocco (se previsti),  
(Norme CEI 64-8 e tabelle UNEL00722-87)

### **4.4.2.2 Connessione dei conduttori**

Le giunzioni dei conduttori saranno effettuate mediante appositi morsetti a vite, contenuti entro cassette di derivazione; la conducibilità; l'isolamento e la sicurezza dell'impianto non saranno alterate da tali giunzioni. Morsetti e giunzioni non saranno ammesse nei tubi o nei conduttori, si dovrà avere la cura di non ridurre la sezione dei conduttori e di non lasciare parti conduttrici scoperte.

I dispositivi di connessione (giunzioni o derivazioni) dovranno rispettare le norme CEI 23-20.

Le connessioni dovranno essere accessibili per eventuali ispezioni, manutenzioni e prove. Sono vietate quelle giunzioni realizzate tramite morsetti, mentre sono ammesse le giunzioni realizzate sulle apparecchiature montate nella scatola o in altre apparecchiature, purché queste siano funzionali e che siano provviste di doppi morsetti e/o che siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare.

Inoltre, si raccomanda, per una maggiore sicurezza, di effettuare un secondo serraggio dei morsetti dopo un periodo, il più lungo possibile prima della chiusura delle scatole.

### **4.4.3 Materiali**

#### **4.4.3.1 Marcatura CE del materiale elettrico B.T.**

I materiali elettrici (o componenti elettrici) installati e utilizzati ad una tensione compresa tra 50V e 1000V in corrente alternata e tra 75V e 1500V in corrente continua devono portare marcatura CE. Sono esclusi dall'applicazione della direttiva:

- I materiali destinati ad essere usati in ambienti esposti a pericolo d'esplosione (alle costruzioni Ex si applicano le direttive 76/117, 82/130 e 94/9);
- I materiali elettrici per radiologia e uso clinico (ai dispositivi medici si applica la direttiva 93/42);
- Le parti elettriche di ascensori e montacarichi (direttiva 65/16);
- Le prese di corrente (prese e spine) ad uso domestico;
- I dispositivi di alimentazione di recinti elettrici;
- I materiali nei riguardi dei disturbi radioelettrici (direttiva 89/336 compatibilità elettromagnetica);
- I materiali elettrici speciali, destinati ad essere utilizzati sulle navi e sugli aeromobili e per le ferrovie, conformi alle disposizioni di sicurezza stabilite da organismi internazionali;
- I materiali elettrici destinati ad essere esportati fuori dal territorio della Comunità Europea

#### **4.4.3.2 Materiali da utilizzare**

Elenco delle marche dei materiali da utilizzare:

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| • Armadi per quadri elettrici:      | <b>NMG, BTICINO, ABB, SIEMENS, ZANARDO,</b>          |
| • Cassette per quadri elettrici:    | <b>NMG, BTICINO, ABB, SIEMENS, GEWISS, LUME,</b>     |
| • Centralini da incasso o parete:   | <b>NMG, BTICINO, ABB, SIEMENS, GEWISS, LUME,</b>     |
| • Interruttori magnetotermici:      | <b>NMG, BTICINO, ABB, SIEMENS, HAGER, SCHNEIDER,</b> |
| • Interruttori differenziali:       | <b>NMG, BTICINO, ABB, SIEMENS, HAGER, SCHNEIDER,</b> |
| • Cavetteria:                       | <b>LA TRIVENETA CAVI, CEAT, ICEL, PIRELLI,</b>       |
| • Tubazioni in PVC:                 | <b>GEWISS, INSET, DIELECTRIX,</b>                    |
| • Condotti sbarre:                  | <b>TELEMECANIQUE, ZUCCHINI,</b>                      |
| • Prese forza motrice:              | <b>PALAZZOLI, ILME, SHILLER,</b>                     |
| • Apparecchi di illuminazione:      | <b>DISANO, ILESA, ZUMTOBEL, PRISMA,</b>              |
| • Lampade autonome di emergenza:    | <b>OVA, BEGHELLI,</b>                                |
| • Apparecchi di comando IP.55:      | <b>GEWISS, VIMAR,</b>                                |
| • Apparecchi di comando ed incasso: | <b>GEWISS, VIMAR, BTICINO,</b>                       |
| • Canali, passerelle:               | <b>LUME, GAMMA P, BTICINO</b>                        |
| • Cassette da esterno:              | <b>GEWISS, LEGRAND</b>                               |
| • Cassette incasso e involucri:     | <b>GEWISS, BTICINO, VIMAR, HAGER</b>                 |

**ATT: TUTTI I MATERIALI DOVRANNO AVERE IL MARCHIO DI QUALITA' IMQ O EQUIVALENTE**

## 4.5 PROTEZIONI E SCELTE PER AL SICUREZZA

### 4.5.1 Criteri di progettazione contro i contatti diretti

Nel presente progetto sarà considerata la protezione contro i contatti diretti che consiste nella misura intesa a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con le parti attive. Si intendono per parti attive quelle in tensione nel servizio ordinario compreso il conduttore di neutro dell'impianto.

Sono state considerate le seguenti misure di protezione:

#### ***Protezione mediante isolamento.***

La protezione contro i contatti diretti sarà totale, le parti attive saranno completamente protette con un isolamento che potrà essere rimosso solamente mediante distruzione. L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica dovrà essere conforme alle relative Norme. Per gli altri componenti elettrici la protezione dovrà essere assicurata da un isolamento tale da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto durante il suo esercizio.

#### ***Protezione degli involucri***

Le parti attive saranno poste entro involucri tali da assicurare un grado di protezione uguale e non inferiore a quanto descritto nei punti precedenti. Le barriere e gli involucri dovranno essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibile, tenuto conto delle condizioni ambientali.

#### ***Protezione aggiuntiva mediante interruttore differenziale.***

Come protezione aggiuntiva saranno installati relè differenziali per intervenire in caso di insuccesso delle altre misure di protezione. Questa protezione è aggiuntiva e non è sostitutiva delle altre misure di sicurezza contro i contatti diretti.

### 4.5.2 Criteri di protezione contro i contatti indiretti

Sono state prese misure di protezione intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale.

#### ***Protezione mediante interruzione automatica del circuito sistemi TT***

Questo sistema prevede il coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi elettrici di protezione differenziale atti ad interrompere l'alimentazione in caso di guasto, in modo tale da evitare il persistere di una tensione di contatto superiore a 50V per un determinato tempo tale da non creare gravi condizioni di pericolo. La norma CEI 64-8 nel caso dei sistemi TT prevede che per attuare la protezione dai contatti indiretti deve essere soddisfatta la relazione:

$$R_a \leq \frac{50}{I_a}$$

Dove:

**R<sub>a</sub>** è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse in Ohm;  
**I<sub>a</sub>** è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione in Ampere.

Quando il dispositivo di protezione, è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la corrente "**I<sub>a</sub>**" è la corrente nominale differenziale "I<sub>dn</sub>".

Quando il dispositivo di protezione, è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, esso deve essere:

- Un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso "**I<sub>a</sub>**" deve essere la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5".

- Un dispositivo con una caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo, la “Ia” deve essere la corrente minima che ne provoca il suo intervento.

Da ciò deriva che il valore della resistenza di terra risulta notevolmente diverso impiegando interruttori magnetotermici o differenziali. Infatti con i primi si richiedono valori di resistenza di terra molto bassi, anche inferiori all' Ohm, mentre per i secondi si possono realizzare impianti di terra con resistenza anche nell'ordine dell'migliaio di Ohm. Considerando la grande difficoltà per ottenere e mantenere nel tempo livelli di resistenza di terra così bassi da garantire la protezione con interruttori automatici magnetotermici, l'impiego del differenziale diventa pressoché indispensabile.

I dispositivi di protezione di questo impianto sono tutti differenziali, pertanto le protezioni sono coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi, pertanto è rispettata suddetta relazione.

Il conduttore di protezione (PE) che collega le masse all'impianto di terra, per la protezione dei contatti indiretti, è di sezione determinata in modo convenzionale, in base alla sezione del conduttore di fase e comunque rispettando la seguente tabella 4.2.12.3

Altre barre collettrici di terra supplementari saranno collegate direttamente, attraverso il conduttore PE, - collettrice di terra principale. Sarà necessario collegare all'impianto di terra tutte le parti metalliche alla base dell'edificio e impianti meccanici che entrano nei locali tecnici, per evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche.

Le masse estranee in ingresso al locale tecnico saranno collegate alla barra collettrice di terra principale o secondarie con collegamento equipotenziale principale di sezione adeguata, la cui sezione non sarà inferiore a 6mm<sup>2</sup> fino ad un massimo di 25mm<sup>2</sup>.



## 5 RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE DI PROGETTO

### 5.1 CALCOLI ESECUTIVI DI IMPIANTO

#### 5.1.1 Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$

nella quale:

-kca = 1 sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;

-kca = 1.73 sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza  $\cos \varphi$  è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di  $I_b$  vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned}\dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos \varphi - j \sin \varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 2\pi/3)} = I_b \cdot \left( \cos \left( \varphi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left( \varphi - \frac{2\pi}{3} \right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 4\pi/3)} = I_b \cdot \left( \cos \left( \varphi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left( \varphi - \frac{4\pi}{3} \right) \right)\end{aligned}$$

Il vettore della tensione  $V_n$  è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento  $P_d$  è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

nella quale coeff è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

La potenza  $P_n$ , invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle  $P_d$  delle utenze a valle ( $\Sigma P_d$  a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale). La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

Per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ( $\Sigma Q_d$  a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left( \arctan \left( \frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

### 5.1.2 Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$\begin{aligned} a) \quad & I_b \leq I_n \leq I_z \\ b) \quad & I_f \leq 1.45 \cdot I_z \end{aligned}$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro isovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Le sette tabelle utilizzate sono:

- IEC 448;
- IEC 364-5-523 (1983);
- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV)

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile  $I_z$  in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z\min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente  $k$  ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente  $k$ ) sia superiore alla  $I_z$  min. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento  $I_f$  e corrente nominale  $I_n$  minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

### 5.1.3 Integratore ad effetto Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

#### I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 92

#### I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

#### I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

#### 5.1.4 Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm<sup>2</sup>;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup> se il conduttore è in rame e a 25 mm<sup>2</sup> se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm<sup>2</sup> se conduttore in rame e 25 mm<sup>2</sup> se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

### 5.1.5 Dimensionamento dei conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- $S_p$  è la sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ );
- $I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- $K$  è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3. Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5  $\text{mm}^2$  rame o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4  $\text{mm}^2$  o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

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

- 25  $\text{mm}^2$ , se in rame;
- 35  $\text{mm}^2$ , se in alluminio

### 5.1.6 Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left( \alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$
$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left( \alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

espresse in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente  $\alpha_{cavo}$  è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

### 5.1.7 Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left( \left| \sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot \dot{I}f_i - \dot{Z}n_i \cdot \dot{I}n_i \right| \right)_{f=R,S,T}$$

con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con n che rappresenta il conduttore di neutro;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

Con:

- $k_{cdt}=2$  per sistemi monofase;
- $k_{cdt}=1.73$  per sistemi trifase.

I parametri  $R_{cavo}$  e  $X_{cavo}$  sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in  $\Omega/km$ . La  $c_{dt}(I_b)$  è la caduta di tensione alla corrente  $I_b$  e calcolata analogamente alla  $c_{dt}(I_b)$ .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta:

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

### 5.1.8 Fornitura della rete

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- in bassa tensione
- in media tensione
- in alta tensione
- ad impedenza nota
- in corrente continua

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto della utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI 11-25.

Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.



### 5.1.9 Calcolo dei guasti

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

### 5.1.10 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo è condotto nelle seguenti condizioni:

- a) tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione  $C_{max}$ ;
- b) impedenza di guasto minima, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2009 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante per cui esprimendola in  $m\Omega$  risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left( \frac{1}{1 + (\Delta T \cdot 0.004)} \right)$$

dove  $\Delta T$  è 50 o 70 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se  $f$  è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{dsbarra} = \frac{R_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{dsbarra} = \frac{X_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$R_{0cavoNeutro} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro}$$
$$X_{0cavoNeutro} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$R_{0cavoPE} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE}$$
$$X_{0cavoPE} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

dove le resistenze  $R_{dcavoNeutro}$  e  $R_{dcavoPE}$  vengono calcolate come la  $R_{dcavo}$ .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0sbarraNeuto} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeuto}$$

$$X_{0sbarraNeuto} = 3 \cdot X_{dsbarra}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori

$$R_{0sbarraPE} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraPE}$$

$$X_{0sbarraPE} = 2 \cdot X_{anello\_guasto}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in  $m\Omega$ :

$$R_d = R_{dcavo} + R_{dmonte}$$

$$X_d = X_{dcavo} + X_{dmonte}$$

$$R_{0Neutro} = R_{0cavoNeutro} + R_{0monteNeutro}$$

$$X_{0Neutro} = X_{0cavoNeutro} + X_{0monteNeutro}$$

$$R_{0PE} = R_{0cavoPE} + R_{0montePE}$$

$$X_{0PE} = X_{0cavoPE} + X_{0montePE}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire sbarra a cavo.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in  $m\Omega$ ) di guasto trifase

$$Z_{k\min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1Neutr\ o\ min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutro})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutro})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE\ min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase  $I_{k\ max}$  , fase neutro  $I_{k1Neutr\ max}$  , fase terra  $I_{k1PE\ max}$  e bifase  $I_{k2\ max}$  espresse in kA:

$$I_{k\ max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\ min}}$$
$$I_{k1Neutr\ max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutr\ min}}$$
$$I_{k1PE\ max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\ min}}$$
$$I_{k2\ max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k\ min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti (CEI 11-25 par. 9.1.1.):

$$I_p = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k\ max}$$

$$I_{p1Neutro} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1Neutr\ max}$$

$$I_{p1PE} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE\ max}$$

$$I_{p2} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2\ max}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

Vengono ora esposti i criteri di calcolo delle impedenze allo spunto dei motori sincroni ed asincroni, valori che sommati alle impedenze della linea forniscono le correnti di guasto che devono essere aggiunte a quelle dovute alla fornitura. Le formule sono tratte dalle norme CEI 11.25 (seconda edizione 2001).

### 5.1.11 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI 11.25 par 2.5 per quanto riguarda:

- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI 11-25);
- in media e alta tensione il fattore è pari a 1;
- guasti permanenti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto permanente.

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente

<b>Isolante</b>	<b>Cenelec R064-003</b>	<b>CEI EN 60909-0</b>
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
Serie L rivestito	70	160
Serie L nudo	105	160
Serie H rivestito	70	160
Serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d_{max}} = R_d \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{max} - 20))$$

$$R_{0_{Neutro}} = R_{0_{Neutro}} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{max} - 20))$$

$$R_{0PE} = R_{0PE} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze minime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase  $I_{k1\min}$  e fase terra, espresse in Ka:

$$I_{k\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\max}}$$
$$I_{k1\text{Neutr om} \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1\text{Neutr om} \max}}$$
$$I_{k1PE \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \max}}$$
$$I_{k2\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k\max}}$$

### 5.1.12 Scelta delle protezioni:

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza  $I_{km\max}$ ;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ( $I_{mag\max}$ ).

### 5.1.13 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture:

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:  
I<sub>ccmin</sub> ≥ I<sub>inters min</sub> (quest'ultima riportata nella norma come I<sub>a</sub>);  
I<sub>ccmax</sub> ≤ I<sub>inters max</sub> (quest'ultima riportata nella norma come I<sub>b</sub>).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:  
I<sub>ccmin</sub> ≥ I<sub>inters min</sub>.
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:  
I<sub>cc max</sub> ≤ I<sub>inters max</sub>.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

#### Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti K<sup>2</sup>S<sup>2</sup> e la I<sub>z</sub> dello stesso.
- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa

### 5.1.14 Verifica di selettività:

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente la di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
  - Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
  - Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
  - Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
  - Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
  - Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.



## 6 CRITERI DI CALCOLO PER L'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

### 6.1.1 Criteri di calcolo per l'illuminazione normale:

Per il calcolo dell'illuminamento è stato usato il metodo del flusso totale.

Il metodo del flusso totale, utilizzato in questa procedura di calcolo, è basato sulla conoscenza di una serie di fattori forniti dalla esperienza e raccolti in forma tabellare ed è comodo quando si conoscono almeno approssimativamente i fattori di riflessione delle pareti e del soffitto. Si chiama fattore di utilizzazione  $F$  il valore del seguente rapporto:

$$F = \frac{\Phi_u}{\Phi_t}$$

Dove:

- $\Phi_u$  è il flusso luminoso utile ed effettivamente ricevuto sul piano di lavoro misurato in lumen (lm)
- $\Phi_t$  è il flusso luminoso totale emesso dalle lampade nude misurato in lumen (lm)

Il fattore di utilizzazione è una grandezza adimensionale che indica in quale percentuale il flusso emesso dalla sorgente venga effettivamente utilizzato, una parte va infatti perduta ( $\Phi_u - \Phi_t$ ) in quanto assorbita dalle pareti del locale e dall'apparecchio illuminante stesso. Questo fattore  $F$  viene ricavato sperimentalmente e riportato in tabelle, ed è funzione di:

- Tipo di corpo illuminante (sorgente);
- Fattore di riflessione del pavimento, soffitto e pareti;
- Struttura geometrica del locale;
- Distanza della sorgente dal soffitto;
- Distanza della sorgente dal piano di lavoro (0.8 ÷ 1 m) dal pavimento.

Le grandezze geometriche che, a parità di altre condizioni influiscono sul fattore di utilizzazione  $F$  possono essere unitamente caratterizzate da un numero puro chiamato indice del locale  $K$ . Per l'illuminazione diretta, semidiretta e mista, il  $K$  del locale dipende dalle dimensioni dell'ambiente: larghezza, lunghezza e altezza di sospensione degli apparecchi illuminati (sorgenti) dal punto di lavoro. L'indice  $K$  è espresso con la formula seguente:

$$K = \frac{a \cdot b}{h_u \cdot (a + b)}$$

Dove:

- $a$  è la larghezza del locale in m;
- $b$  è la lunghezza del locale in m.
- $h_u$  è l'altezza di installazione delle sorgenti a (0.8 ÷ 1 m) dal pavimento.

Per l'illuminazione indiretta e semidiretta, al posto dell'altezza di sospensione  $h_u$  va invece considerata l'altezza  $H$  sul piano di lavoro e la formula diventa:

$$K = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot H \cdot (a + b)}$$

Si chiama fattore di manutenzione  $M$  e tiene conto del decadimento del flusso luminoso a seguito del deprezzamento delle caratteristiche fotometriche degli apparecchi di illuminazione.

Il valore di  $M$  è basato sulla conoscenza di una serie di fattori forniti dalla esperienza e raccolti in forma tabellare o grafico. In funzione del grado di impolveramento locale dell'ambiente, del tipo di corpo illuminante e di quanto tempo intercorre tra una manutenzione e l'altra per la pulizia dei corpi illuminanti, tanto diminuisce il valore  $M$ .

In definitiva, la formula risolutiva per il calcolo di illuminazione con il metodo di flusso totale è la seguente:

$$\Phi_t = \frac{E_m \cdot S}{F \cdot M}; N = \frac{\Phi_t}{\Phi_L}$$

Dove:

- $N$  è il numero delle lampade;
- $\Phi_L$  è il flusso iniziale di ciascuna lampada in lumen (lm)
- $E_m$  l'illuminamento medio sul piano di lavoro in lux;

Il livello di illuminamento medio calcolato in esercizio  $E_m$  è raccomandato dalla norma UNI 12464-1 e varia in funzione del tipo di locale e dell'attività svolta, nonché di vari altri parametri visivi e non, quando vi siano esigenze di maggiore o minore accuratezza.

## **7 VERIFICHE PROVE E MISURE STRUMENTALI E DOCUMENTAZIONE**

### **7.1 Esame a vista**

L'esame a vista ha il fine di controllare che l'impianto sia stato realizzato secondo il progetto e le norme CEI. In particolare deve accertare che i componenti siano conformi alle prescrizioni delle relative norme, scelti e messi in opera correttamente e non danneggiati visibilmente. Inoltre l'esame a vista è teso a identificare, senza l'uso di attrezzi o di mezzi di accesso eventuali difetti dei componenti elettrici che siano chiaramente visibili quali ad esempio: la mancanza di ancoraggi, connessioni interrotte, involucri rotti, dati di targa, ecc. Nell'esame a vista andrà verificata la presenza del dispositivo di protezione generale direttamente a valle del punto consegna così come richiesto dalla vigente normativa.

Al completamento dell'impianto saranno eseguite e documentate tutte le prove e verifiche previste dalla norma CEI 64-8/6, seguendo le modalità previste dalla norma.

In particolare:

- Prova a campione di sfilabilità dei cavi;
- Verifica della conduttività di tutti i conduttori di protezione;
- Misura di isolamento dei cavi principali;
- Prova di funzionamento strumentale di tutti gli interruttori differenziali;
- Controllo coordinamento delle protezioni;
- Controllo dello squilibrio tra correnti e fasi (max 10%);
- Controllo della sequenza fasi

### **7.2 Documentazione da produrre**

L'appaltatore al termine della realizzazione dell'impianto e prima dell'collaudo dovrà produrre la seguente documentazione:

- Dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/08 e relativi allegati;

## **8 MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI**

L tecnico che esercisce l'impianto dovrà essere edotto sul funzionamento dello stesso e sarà responsabile della sua perfetta efficienza nel tempo.

Si consiglia di eseguire i controlli sugli impianti elettrici periodicamente ed ad intervalli stabiliti. I risultati delle verifiche saranno trascritte in un apposito registro a cura del responsabile dell'attività, soprattutto se l'attività è regolata da eventuale legislazione.

È buona norma eseguire le verifiche sugli impianti elettrici periodicamente da un professionista abilitato, in modo tale da poter accertare il buono stato di conservazione ed il funzionamento degli stessi al fine di poter prevenire possibili danni e/o infortuni. I risultati delle verifiche, firmati dal professionista incaricato, dovranno anch'esse essere annotate sul registro precedentemente menzionato.

A titolo semplificativo si suggeriscono i seguenti intervalli di tempo per eseguire i controlli:

- Ad intervalli di massimi due mesi: verifica degli interruttori differenziali mediante tasto di prova;
- Ad intervalli di massimi un anno: verifica del funzionamento delle apparecchiature di alimentazione dei circuiti di sicurezza;
- Ogni tre anni esame completo a vista dell'impianto;
- Ogni due anni prove di continuità del PE e prove differenziali strumentali;

## **9 ELENCO ELABORATI DELLA RELAZIONE TECNICA**

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1. Relazione Tecnica generale                                  | RT1SAVED0100E01          |
| 2. Impianto di terra, illuminazione e forza motrice fabbricato | Tav. T00_E_PL_2022058_R1 |

Il tecnico

Per Ind. Alberto Covolan