COMUNE DI CASTEL SAN GIORGIO
provincia di Salerno

Unione Europea

POR CAMPANIA FESR 2014-2020

REGIONE CAMPANIA

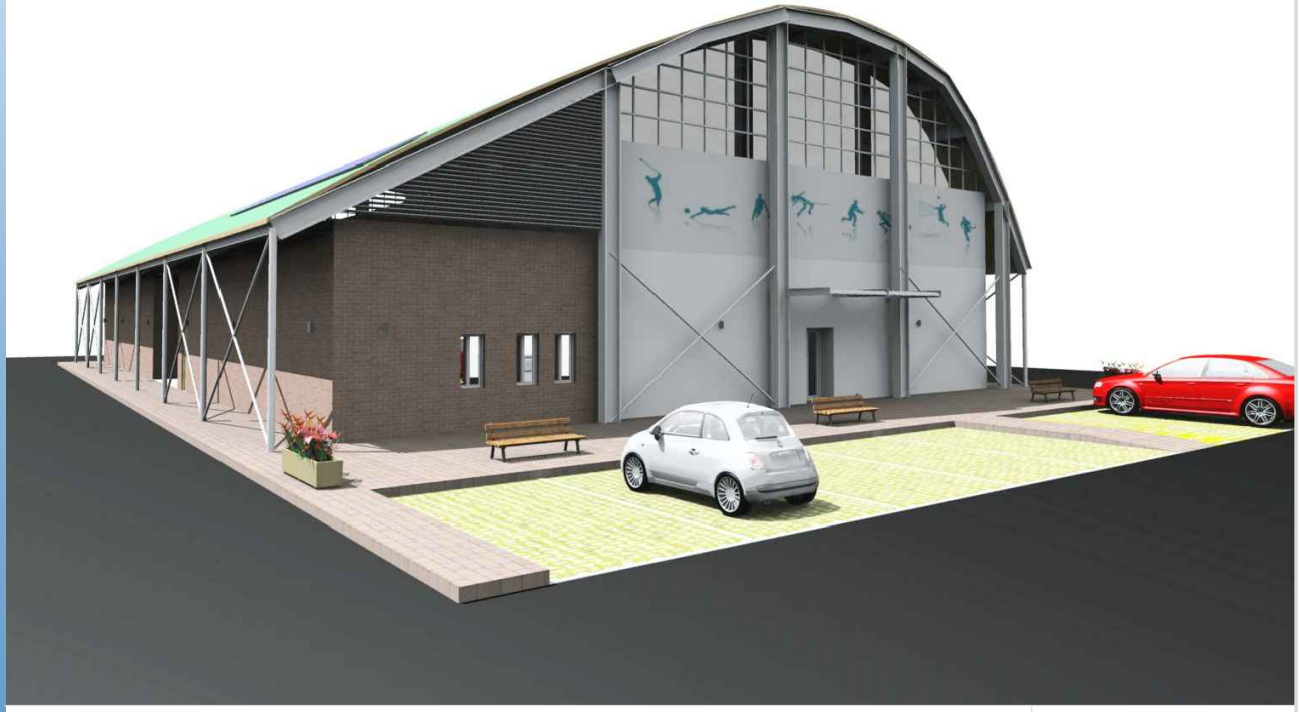
PROGETTO ESECUTIVO

decreto legislativo n. 50/2016

INTERVENTO DI SOSTITUZIONE EDILIZIA DI UNA PALESTRA SITA IN VIA G. DELLA MONICA

Piano triennale di edilizia scolastica (P.T.E.S.) della Regione Campania 2018-2020

Sindaco: Avv. Paola Lanzara
Ass. lavori pubblici: Franco Longanella
Ass. edilizia scolastica: Arch. Mena Pascariello



elaborato

RELAZIONE IMPIANTO ELETTRICO E SPECIALI

31

scala

1:A

data

Giugno 2018

Progettazione

Ing. Paolo Sorrentino

ORDINE DEGLI INGEGNERI SORRENTINO 194 SALERNO

Verifica e validazione

IL R.U.P.
Arch. j. Carmine Russo

Piazza A. Amabile, 1
C.A.P. 84083
Castel San Giorgio (SA)
C.F. 80021560653
P.Iva 00264860651
Tel. 081 5163211
Fax. 081 5161900

RELAZIONE IMPIANTO ELETTRICO E SPECIALI

1. Generalità

Oggetto del presente progetto è la realizzazione, nel rispetto della Legislazione vigente in materia e delle Norme CEI, delle dorsali di alimentazione dei quadri elettrici di zona delle singole utenze, della distribuzione degli impianti di forza motrice ordinaria, privilegiata, di illuminazione ordinaria interna, esterna e di emergenza per il progetto riguardante per la SOSTITUZIONE EDILIZIA DI UNA PALESTRA sita in via G. Della Monica a Castel San Giorgio (SA).
I lavori dovranno essere realizzati in conformità agli elaborati grafici, alle indicazioni progettuali ed ai suggerimenti di buona tecnica di seguito riportati.

2. Leggi e Norme tecniche di riferimento per gli impianti ed i componenti

L'impianto elettrico oggetto dell'intervento dovrà essere rispondente a Leggi e Decreti nonché alle indicazioni fornite dalle Norme CEI specifiche in materia, vigenti alla data di redazione del presente progetto. Si riporta qui di seguito l'elenco indicativo, e non esaustivo, delle principali Norme e Leggi (e successive modifiche ed integrazioni) a cui ci si dovrà attenere in fase di realizzazione dell'opera oggetto della presente Relazione:

- Norma CEI 11-8 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica.
- Impianti di terra
- Norma CEI 14-4 Trasformatori di potenza
- Norma CEI 14-7 Trasformatori di potenza. Marcatura dei terminali
- Norma CEI 17-13/1 Quadri elettrici per tensioni U<1.000V
- Norma CEI 20-22 Cavi isolati non propaganti l'incendio
- Norma CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro (PVC) ed accessori
- Norma CEI 23-30 Dispositivi di connessione
- Norma CEI 23-31 Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000V in c.a.
- Norma CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- Norma UNI 10840 Luce e illuminazione – locali scolastici – Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale
- Norma CEI-UNEL 35023-70 Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di protezione non superiore a 4 – Cadute di tensione.
- Norma CEI-UNEL 35024-70 Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di protezione non superiore a 4 – Portata di corrente in regime permanente.
- D.P.R. n.547 del 27.4.1955 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- Legge 11/01/96 n.23 Norme per l'edilizia scolastica
- Legge n.186 del 1.3.1968 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
- Legge n.791 del 18.10.1977 Attuazione della direttiva CEE n. 72/23 relativa alle garanzie di sicurezza che devono possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione
- Legge n.46 del 5.3.1990 Norme per la sicurezza degli impianti
- D.P.R. n.447 del 6.12.1991 Regolamento di attuazione della legge 46/90
- D.Lgs. n.626 del 19.9.1994 Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro

- D.Lgs. n.626 del 25.11.1996 Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione
- D.Lgs. n.277 del 31.07.1997 Modifiche al D.Lgs. 25 novembre 1996 n. 626 recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione
- D.M. n. 236 del 14/06/89 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche
- D.M. 26/08/92 Norme di prevenzioni incendi per l'edilizia scolastica
- DM 16/02/82 Elenco delle attività soggette al controllo dei vigili del fuoco
- D.M. 18/12/75 Norme tecniche aggiornate relative alla edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia e urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica.

3. Dati del sistema di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica

L'impianto elettrico oggetto della seguente relazione sarà alimentato da parte dell'Ente di distribuzione dell'energia elettrica (ENEL) con fornitura trifase contrattuale in Bassa Tensione B.T.) per l'edificio comunale e tramite un sistema fase più neutro per gli istituti scolastici.
L'utente in tutti i casi gestirà un sistema di distribuzione di tipo TT. Il sistema TT ha un proprio impianto di terra e le masse dell'impianto sono collegate a quel punto per mezzo del conduttore di protezione. Il sistema di distribuzione è pertanto del tipo TT.
Per lo sviluppo del progetto sono stati presi in considerazione i seguenti dati tecnici relativi ala rete che alimenta la scuola, forniti direttamente dall'ente distributore:
- tensione di alimentazione Vn = 230 V (scuole)
- corrente di corto circuito Icc = 10 kA

4. Descrizione dell'impianto elettrico e analisi dei carichi - Caratteristiche generali

L'impianto elettrico oggetto della presente relazione dovrà essere costituito dalle seguenti parti essenziali:
- quadri elettrici
- rack per rete dati
- linee elettriche di distribuzione
- linee trasmissione dati
- impianto di illuminazione
- impianto di illuminazione di sicurezza
- collegamenti dei conduttori di protezione all'impianto di terra.

Per la progettazione sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:
- sviluppo planimetrico dell'impianto;
- esigenza di continuità di servizio;
- esigenza di conformità a Leggi, Decreti e Norme CEI vigenti in materia di impianti elettrici;
- potenza degli utilizzatori in esercizio;
- protezione da contatti diretti ed indiretti.

4.1 Descrizione dell'impianto

L'impianto ha origine dal contatore di energia dell'ente distributore.

Le caratteristiche del sistema di alimentazione e distribuzione a seconda dell'edificio sarà quindi:
- Sistema di alimentazione BT ordinaria fase + neutro Vn 230 V.

L'alimentazione di sicurezza è prevista per i seguenti circuiti:
- Illuminazione di sicurezza per le vie di esodo ed in corrispondenza delle vie di uscita mediante lampade autonome di emergenza installate a parete e a soffitto.

Nella vano di ricezione, oltre al gruppo di misura dell'energia, verrà installato il quadro di ricevimento Bassa Tensione costituito da un armadio in lamiera di acciaio.
Saranno previsti un cavo montante posato in tubazioni dedicate, sotto strada di accesso asfaltata e la struttura di un pavimento nei pressi dell'ingresso.
Il collegamento tra il gruppo misura ed il corrispondente interruttore nel quadro generale di bassa tensione di bassa tensione dovrà essere realizzato con cavi unipolari con conduttori in rame, isolamento in gomma e guaina in resina, tipo FG7R 0,6/1kV.
I suddetti cavi saranno posati a vista, in cunicoli a pavimento o a parete e si dovrà evitare qualsiasi contatto fisico.
Nel quadro è montato l'interruttore generale A al quale si attesterà il cavo di alimentazione proveniente dal gruppo di misura.
All'interno del quadro, in posizione facilmente accessibile, dovrà essere posta una sbarra in rame; questa sbarra costituirà il collettore equipotenziale di terra. Da questo quadro partono le linee di alimentazione evidenziati nel progetto unifilare degli interruttori.
Tutti i quadri elettrici principali avranno le seguenti caratteristiche di costruzione:

- Norme di riferimento per la costruzione CEI 17-13/1
- Involucro del quadro ad armadio in lamiera, chiuso, posato a parete o ad incasso o a pavimento, adatto a contenere apparecchiature di tipo scatolato e modulare predisposte per l'aggancio su guida normalizzata CEI EN 50022.
- Portello frontale in cristallo ;
- Grado di protezione minimo adeguato al luogo di installazione

Alcuni quadri o centralini di laboratori o di altri locali avranno le seguenti caratteristiche tecniche:
- Norma di riferimento per la costruzione CEI 17-13/3
- Involucro del centralino in materiale isolante, a doppio isolamento, posato generalmente da incasso, fissato su piano verticale e adatto a contenere apparecchiature di tipo modulare predisposte per l'aggancio su guida normalizzata CEI EN 50022. Portello sul fronte.

Gli interruttori magnetotermici previsti sono in grado di interrompere l'alimentazione in caso di sovracorrenti sia dovute a cortocircuito sia a sovraccarico.
Il dimensionamento delle sezioni delle linee di alimentazione e delle rispettive protezioni magnetotermiche, è stato effettuato sulla base dei carichi ipotizzati a progetto e quindi della corrente d'impiego (IB), considerando nel contempo una caduta di tensione massima, dal Quadro Generale BT ai circuiti terminali, del 4%.
Nella definizione delle potenze dei carichi si è tenuto conto di un fattore di potenza cosfi uguale a 0,9, supponendo i carichi già rifasati.
La scelta delle apparecchiature destinate alla protezione dei conduttori (interruttori magnetotermici) è stato effettuato tenendo conto delle correnti di corto circuito presunte nell'impianto, calcolate

mediante il software i-Project della Merlin Gerin e pertanto, il potere d'interruzione nominale degli interruttori è idoneo ad interrompere le correnti di corto circuito massime (3F) presunte nel punto di installazione degli stessi.
Gli interruttori previsti sono della serie ACTI 9 di Schneider, che prevedono la possibilità di controllo dei carichi e degli azionamenti tramite linea MBUS.
Particolare attenzione è stata posta per garantire la migliore selettività di intervento delle protezioni sia per le sovracorrenti (rinunciando alla protezione di backup) sia per le protezioni contro i guasti a terra (selettività differenziale), in modo che un guasto su un circuito terminale non metta fuori servizio ampie zone degli edifici o dell'intero complesso scolastico.
Sono stati installati interruttori equipaggiati con protezioni magnetotermiche scegliendo le caratteristiche di intervento idonee sia in corrente che in tempi. Le correnti nominali e le caratteristiche degli interruttori selezionati possono essere desunti dagli allegati calcoli di progetto.
Sono state verificate le Icc minime F-PE, per soddisfare le condizioni richieste dalla norma CEI 64-8, sono stati previsti i seguenti modi di protezione contro i contatti indiretti:

a) protezione mediante interruttore magnetotermico differenziale tipo "AC" con Idn = 30 mA a protezione dei circuiti terminali.

b) interruttori solo magnetotermici per tutte le partenze che dal quadro Q0 generale BT (e dai quadri generali di edificio) alimentano sottoquadri e le cui caratteristiche d'intervento permettono di risolvere un guasto fra conduttori di fase e di protezione entro 0,020 s in funzione delle caratteristiche dei trasformatori, delle lunghezze e sezioni delle linee, e delle caratteristiche d'intervento degli interruttori utilizzati.

Gli interruttori differenziali con corrente differenziale Id _< 0,03A, devono essere considerati come protezione addizionale contro i contatti diretti e da impiegare unitamente ad una delle altre misure di protezione totale o parziale precedentemente citate.
Il sistema di collegamento a terra dell'impianto in oggetto è di tipo TT, ovvero Neutro, masse dell'impianto e conduttori di protezione PE collegate allo stesso collettore.
L'impianto di terra sarà unico per tutto il complesso e risulterà costituito da:

- **dispersore:** realizzato con picchetti intenzionali, posti nell'area esterna, del tipo in acciaio zincato posti in pozzetti ispezionabili e corda di rame nuda, direttamente interrata, per il collegamento ad anello degli stessi;
- **collettori di terra:** punti di collegamento fra i dispersori, la rete di conduttori di protezione e quelli dei collegamenti equipotenziali, costituiti da sbarre di rame e da morsetti, tutti posti in posizioni accessibili, apribili per permettere le verifiche, ma solo mediante attrezzo;
- **conduttori di protezione PE:** conduttori isolati, con guaina di colore giallo/verde, posati lungo gli stessi percorsi dei conduttori di energia, aventi la funzione di collegare tutte le masse dell'impianto elettrico;
- **conduttori equipotenziali:** conduttori isolati, con guaina di colore giallo/verde per il collegamento a terra di tutte le masse estranee.

La valutazione del rischio, condotta secondo i criteri dettati dalla Norma CEI 81-1 III^Edizione e dalla nuova Norma CEI 81-4 e varianti, rispetto a perdita di vite umane (non previste perdite di servizio insostituibile) dovuta a fulminazione diretta, rientra nei limiti tollerati e la struttura risulta autoprotetta; non è quindi obbligatorio l'impianto di captazione contro le scariche atmosferiche.
Nella sezione dati di progetto è inclusa la relazione tecnica particolareggiata.

Dal quadro generale Q0 ai quadri di piano mediante condutture montanti posate in canalizzazioni

contenute in cavedi di muratura.

Per queste sono stati previsti **cavi multipolari provvisti di PE o unipolari** non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi tossici **tipo FG7OR**.
Dai quadri di piano ai centralini delle aule e ad altri quadri di zona e per i circuiti terminali, l'alimentazione verrà effettuata mediante cavi infilati in tubazioni protettive flessibili in PVC pesante a pavimento e leggero a parete, annegati nella muratura. Per queste condutture sono stati previsti cavi non propaganti l'incendio **tipo N1VV-K.**
Sugli schemi dei quadri elettrici sono indicati i tipi di posa, mediante numeri corrispondenti alla tabella 52C della norma CEI 64-8/5.
E' stato inoltre ipotizzato, per i cavi con tratti in comune con altri circuiti, un coefficiente di riduzione della portata dipendente dal numero di circuiti raggruppati. La temperatura ambiente di riferimento considerata è di **30 °C**.
La caduta di tensione, per impianto funzionante a pieno carico (Ib), è stata contenuta complessivamente entro il 4% della tensione nominale (1% max su ogni tratto della distribuzione principale, 2% max sui circuiti terminali).
Per i circuiti che alimentano i circuiti di sicurezza i cavi da utilizzare saranno del tipo resistenti al fuoco.
Tutte le condutture, in corrispondenza del passaggio tra i vari compartimenti antincendio, saranno adeguatamente sigillate in modo da evitare qualsiasi possibilità di comunicazione di fiamme o fumo.
Le portate nominali dei cavi scelte come riferimento corrispondono a quelle indicate dalla norma CEIUNEL 35024/1 e 35026 e tengono conto del valore di massima temperatura ambiente di progetto, delle effettive condizioni di posa e dei margini di ampliamento futuri.
Nei servizi igienici, una valida alternativa ai comandi locali è costituita da interruttori ad infrarossi passivi, che rilevano il movimento delle persone, accendendo e spegnendo automaticamente la luce. Questa soluzione permette significativi risparmi energetici.

Le caratteristiche dei componenti previsti nei diversi tipi di ambienti sono così sinteticamente identificabili:

- apparecchi illuminanti a luce fluorescente adatti a sospensione da plafone, con ottica bat-wing negli uffici e nei locali didattici,
- come sopra ma con ottica prismata nei corridoi e nelle altre parti comuni;
- proiettori industriali con lampade agli ioduri metallici con protezione antiurto nella palestra scolastica.
- apparecchi illuminanti a plafone con grado di protezione almeno IP4X, negli archivi/depositi.

Data la tipologia di attività svolta ed in ottemperanza alle leggi si prevede la realizzazione di un impianto di illuminazione di sicurezza in grado di intervenire automaticamente in un tempo **_<** 0,5 s in caso di mancanza della tensione di rete.
L'illuminazione di sicurezza verrà realizzata lungo le vie di esodo (corridoi, scale, atrio, ed in corrispondenza delle uscite ed uscite di sicurezza, alcune mediante corpi illuminanti dotati di alimentatori tamponi ad accumulatori, posizionati all'interno del corpo lampada (fluorescente o gruppo indicatore USCITA/USCITA SICUREZZA), che assicurano una autonomia di almeno 30 minuti. La ricarica completa è prevista entro 12 ore. Queste lampade sono previste tutte del tipo in servizio **"permanente"**.
Altre lampade saranno alimentate da una linea di riserva proveniente dal sistema soccorritore posizionato nel locale tecnologico contiguo alla guardiola.
L'impianto di illuminazione di sicurezza assicura un livello di illuminamento non inferiore a 5 lux ad 1m di altezza dal piano di calpestio.
In corrispondenza delle uscite gli apparecchi di illuminazione verranno dotati di pittogramma recante

la segnaletica di sicurezza prescritta dalle norme vigenti.
E' previsto inoltre un comando per accensione manuale generale delle lampade di sicurezza.

Quest'impianto sarà distribuito dai vari quadri elettrici di zona, con le medesime modalità previste per gli impianti di illuminazione.
Sono previste a progetto prese a spina del tipo:

- 2P+T bipasso da 10/16A, a poli allineati IP4X;
- 2P+T SCHUKO / BIPASSO 10/16° IP 4X;

In generale le prese sono installate in scatole da incasso nella muratura o in esterno.

Per l'allacciamento a utenze fisse particolari, quali ad esempio i distributori bibite o gli asciugamani/capelli, le prese a spina di alimentazione, o le uscite come nel secondo caso, verranno dotate di protezione o sezionamento locale.
In sede di esecuzione lavori sarà necessario appurare che i relativi quadri abbiano il grado di protezione adeguato all'ambiente d'installazione (IP45 se all'interno o IP55 se all'esterno) e che le protezioni "generali" e/o "secondarie" presenti siano adeguate al potere d'interruzione di cortocircuito massimo presunto nel punto d'installazione.
I comandi di emergenza per la messa fuori tensione dell'impianto elettrico sono i seguenti:

Comando di emergenza generale.

Toglie tensione a tutto l'impianto utilizzatore di Bassa tensione, con l'eccezione naturalmente dell'impianto di illuminazione di sicurezza (apparecchi autoalimentati) mentre le pompe dell'impianto antincendio potranno essere utilizzate tramite la rete preferenziale dall'ente distributore dopo l'evacuazione completa degli edifici; questo sgancio è comandato da un unico dispositivo in luogo accessibile indicato dai VV.F.
Il circuito ausiliario sarà alimentato a 110 V cc con proprio UPS/soccorritore da 200 VA. Questo dispositivo dovrà essere munito di lampada di segnalazione (led) ad indicazione della funzionalità del circuito di comando.
Comandi di emergenza su circuiti di alimentazione di aree particolari.

5. Materiali da utilizzare

5.1 Cavi

Strutturalmente l'impianto di fase sarà realizzato tramite tubazione corrugata incassata in PVC nero rettangolare, che correrà almeno a 2,5 m di altezza dal pavimento dei locali. I conduttori scelti avranno le seguenti caratteristiche di isolamento:

Piano	Linea	Sezione(mm2)	Montante/Diram.	Isolamento
Terra	prese	3x2,5	Montante	NO7G9-K /N1VV-K
	per tutte le prese	3x2,5	Diramazione	NO7G9-K /N1VV-K
	luci interne	3x2,5	Montante	NO7G9-K /N1VV-K
	luci interne	2x1,5	Diramazione	NO7G9-K /N1VV-K

- collegamento contatore ENEL - quadro : cavo FG07R da 3×10 Prese

Per quanto riguarda le prese sono state utilizzate prese con le seguenti caratteristiche:

- prese bipasso da 10/16 A, 2P+T, IP67, 230V – nei bagni e negli ambienti umidi

6. Impianto di messa a terra

L'impianto di messa a terra in generale sarà costituito da i seguenti elementi:

- dispersori a picchetto;
- collegamento tra i dispersori: corda in rame nudo da 35 mm²;

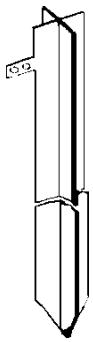
6.1 Dispersore

Si utilizzeranno dispersori a picchetto del tipo a croce in profilato di acciaio zincato a caldo con spessore 7 mm, diametro esterno 50 mm e lunghezza 1.5 m, interrati alla profondità di almeno 100 cm.

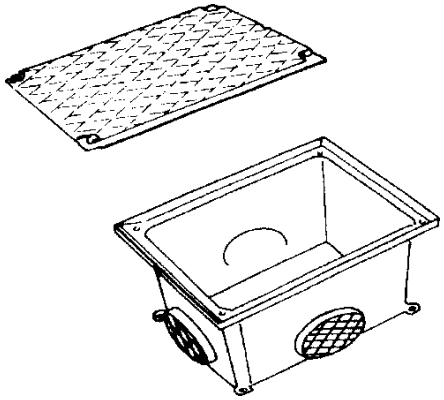
6.1.1 Il pozzetto

Il pozzetto ha lo scopo di contenere e di rendere ispezionabile il dispersore.

Si useranno dei pozzetti prefabbricati in materiale isolante coperti da chiusini in ferro.



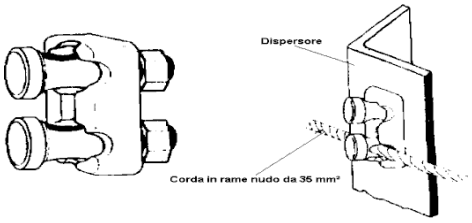
Dispersore



Pozzetto

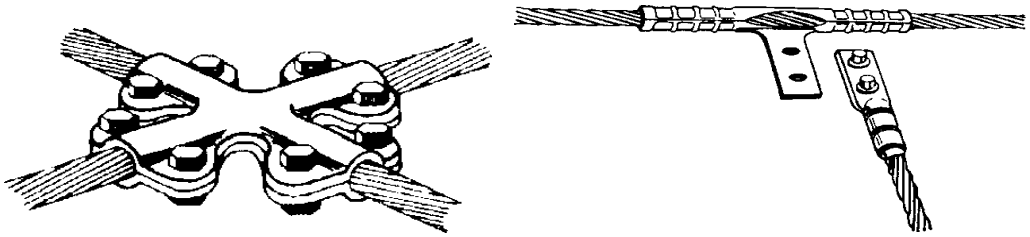
6.1.2 Collegamento tra i dispersori

Il collegamento tra i dispersori avverrà tramite una corda in rame nudo da 35 mm² di sezione.
La corda in rame nudo sarà posata direttamente sul terreno (in questo modo oltre che da collegamento fungerà anche da dispersore) a circa 70 cm. di profondità, sarà ricoperta da terra vegetale per circa 15 cm.; sopra questo strato di terra (a circa 55 cm.) sarà gettato uno strato di cemento, i tubi di protezione per i cavi di fase e un altro strato di cemento.



Collegamento tra i dispersori

Le derivazioni e i giunti per la corda da 35 mm² devono essere effettuati usando uno dei due metodi indicati:



Morsetti di derivazione

6.2 Coordinamento delle protezioni

Le protezioni devono essere coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito di guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi per l'incolumità delle persone, degli animali domestici e delle cose.
La protezione si attua coordinando l'impianto di terra con i dispositivi differenziali. La resistenza dell'impianto di terra (R_t), nelle condizioni più sfavorevoli, deve soddisfare alla seguente relazione:

$$R_t \leq \frac{50}{I_{dn}}$$

dove: 50 è il valore massimo della tensione di contatto (in volt); I_{dn} è il valore della corrente differenziale di intervento dell'interruttore differenziale (espresso in ampere).

Relazione di calcolo

7. Criteri circa il dimensionamento della sezione dei cavi

7.1 *Calcolo della corrente d'impiego, potenze e cos·*

Negli impianti utilizzatori destinati sia ad impieghi civili che industriali le correnti assorbite sono molto variabili sia per le diverse condizioni di carico dei singoli utilizzatori che per la non simultaneità di funzionamento degli stessi.
Per un corretto dimensionamento delle condutture e per la scelta e il coordinamento degli apparecchi di manovra e protezione bisogna valutare la "corrente d'impiego" (Ib) cioè la quantità di corrente che la linea è destinata a trasportare per soddisfare le necessità dei carichi.
La norma 64-8 art.25.4 definisce la corrente Ib nel modo seguente: «valore della corrente da prendere in considerazione per la determinazione delle caratteristiche degli elementi di un circuito. In regime permanente la corrente d'impiego corrisponde alla più grande potenza trasportata dal circuito in servizio ordinario tenendo conto dei fattori di utilizzazione e di contemporaneità. In regime variabile si considera la corrente termicamente equivalente, che in regime continuo porterebbe gli elementi del circuito alla stessa temperatura».
Il regime "permanente" si ha quando gli elementi che costituiscono il circuito hanno raggiunto una condizione di equilibrio termico. Il concetto di "permanente" fa dunque riferimento alla costante di tempo termica dei singoli elementi conduttori.
Tale costante, per i cavi, può variare indicativamente dal minuto alle ore, passando dalle sezioni minori alle maggiori.
Se invece la corrente di carico è variabile periodicamente si considera la corrente termica equivalente:

$$I_b = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T i^2 \cdot dt} \qquad (1)$$

dove l'intervallo di integrazione T deve essere stabilito in base ad una attenta analisi della corrente negli intervalli di tempo ove essa presenta i valori più alti. L'elemento discriminante per queste valutazioni è la minore costante di tempo termica fra quelle degli elementi costituenti il circuito; in generale si tratta delle condutture, ma non può escludersi che altri elementi risultino più critici a questo riguardo. Si noti che la norma fa infatti riferimento genericamente agli "elementi" del circuito.

Per il calcolo della corrente di impiego utilizziamo nel seguito le seguenti formule:

a) <u>linee terminali</u>

$$I_b = \frac{K_u \cdot P_c \cdot 1000}{c \cdot V_n \cdot \cos(\phi)}$$

dove:

- Pu è la potenza espressa in KW
- Vn è la tensione di alimentazione;
- c = $\sqrt{3}$ per sistemi trifase
- c = 1 per sistemi monofase3
- Ku è il coefficiente di utilizzazione;

cos · è il fattore di potenza del carico;

b) linee di distribuzione

In questo caso il valore di corrente circolante in ciascuna fase e nel neutro viene calcolata come <u>somma vettoriale</u> delle correnti circolanti nelle linee derivate da quella in esame (si procede cioè da valle verso monte);

$$I_f = K_c \cdot \sum \left[I_{faselenee\,derivate} \right] \quad \text{(somma vettoriale)}$$

7.2 Determinazione dellasezione dei conduttori di fase

Una volta ricavata la corrente d'impiego I b si deve determinare qual è la sezione ottimale del cavo per portare tale corrente. Questa grandezza dipende da tre differenti fenomeni fisici presenti nella conduttura:

- termico (il cavo si scalda per effetto joule a causa della corrente che lo attraversa)
- elettrico (si ha una caduta di tensione nel cavo dipendente dall'impedenza dello stesso e dalla corrente I b)
- meccanico (i cavi sono sottoposti durante l'installazione a sforzi di trazione eflessione)

Tali fenomeni vengono analizzati di seguito.

7.2.1 Scelta del conduttore in funzione della sua portata

La relazione fondamentale da soddisfare per la scelta corretta della conduttura dal punto di

vista termico è:

$$I_b \leq Iz$$

dove Iz è la portata della conduttura definita come: «massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la temperatura superi un valore specificato» [64-8 art. 25.5].
Tale relazione nasce dalla considerazione che ciascun tipo di isolante è caratterizzato da una temperatura massima di esercizio che non può essere superata durante le normali condizioni di funzionamento, previo una riduzione di vita del materiale.
Diventa perciò di fondamentale importanza lo studio del legame esistente tra la corrente che si stabilisce in un conduttore e la temperatura di regime che esso assume quando il sistema è in equilibrio termico. Quando il cavo viene attraversato da una generica ma costante corrente dopo una fase transitoria in cui parte del calore prodotto per effetto Joule nella resistenza del conduttore viene immagazzinato nel cavo con conseguente riscaldamento dello stesso, si ha una successiva condizione di regime termico nella quale la temperatura si mantiene costante e il calore prodotto viene interamente dissipato nell'ambiente.
Da tali considerazioni discende che, nota la temperatura massima ammissibile in regime permanente per un certo tipo di isolante, si determina quale sia la potenza massima dissipabile (RI^2) e da questa il valore di corrente sopportabile dal cavo, cioè la sua portata.
Lo studio del fenomeno fisico ora esposto risulta in realtà molto complesso poiché il valore della portata risulta influenzato, pur a parità di sezione e isolante, da altri fattori quali:

a) tipo di posa del cavo (da cui dipende il valore di conduttanza termica che regola lo scambio di calore con l'ambiente); ad esempio un cavo in tubo o canale posato in cunicolo chiuso riesce a smaltire meno calore di quanto non faccia lo stesso cavo se posato in tubo o canale interrato e perciò a parità di corrente si porterà a temperatura maggiore (o, per meglio dire, a parità di temperatura massima deve essere attraversato da una corrente minore).
b) temperatura ambiente (tanto più è elevata, tanto minore è la corrente che può attraversare il conduttore; al limite, se un cavo con isolante in PVC si trovasse in un ambiente a temperatura di 70 C° lo stesso conduttore non potrebbe essere utilizzato, previo un rapido deterioramento, in quanto qualunque corrente lo attraversasse lo porterebbe in una condizione di sovratemperatura)
c) presenza di altri conduttori nelle vicinanze (se altri cavi percorsi da corrente sono posti vicini al conduttore in esame la temperatura di quest'ultimo ne è ovviamente influenzata)

Data la complessità del calcolo la normativa ha fornito delle apposite tabelle che tengono conto di tutti questi fattori e che permettono di ricavare la portata di un cavo noto il tipo di isolante e le sue "condizioni al contorno" (tipo di posa, temperatura ambiente, ecc.).
Le principali informazioni per effettuare la scelta della sezione del conduttore da utilizzare in ciascun tratto di linea sono :

- tipo di cavo: unipolare senza guaina unipolare con guaina multipolare
- gruppo di posa posa.
- tipo di isolante: polivinilcloruro (PVC)
  gomma etilenpropilenica (EPR)
- temperatura ambiente
- numero di circuiti raggruppati

7.2.2 Scelta del conduttore in funzione della caduta di tensione

Per un corretto impiego degli utilizzatori è necessario che essi funzionino al valore di tensione nominale per la quale sono previsti. Per tale motivo si deve verificare che la caduta di tensione lungo la linea non assuma valori troppo elevati. I limiti di variazione della tensione sono diversi a seconda del tipo di impianto realizzato e della natura del carico alimentato. Si ricorda inoltre che per macchine sottoposte ad avviamenti che danno luogo ad elevate correnti di spunto, la caduta di tensione sull'utilizzatore deve essere mantenuta entro valori compatibili con il buon funzionamento della macchina anche durante l'avviamento.

Il valore di caduta di tensione in un generico conduttore viene ricavato attraverso la formula:

$$\Delta V_f = I_b \cdot l\, r \cdot \cos\phi + x \cdot \operatorname{sen}\phi + \frac{l^2 \cdot \left(r^2 + x^2\right)}{2 \cdot V_f}$$

dove

·V f = caduta di tensione del conduttore [V]

V f = tensione di fase [V]

I b = corrente di impiego della linea
[A] l = lunghezza della conduttura

r = resistenza specifica del conduttore [·/m]

x = reattanza specifica del conduttore [·/m]
[m]

cos ϕ = angolo di sfasamento tra la I b e la tensione di fase.

Nei sistemi trifase equilibrati il valore della caduta di tensione, rispetto al valore della tensione concatenata, si ottiene moltiplicando la (1) per $\sqrt{3}$:

$$\Delta V_{tr} = \sqrt{3} \cdot \Delta V_{tr}$$

Nei sistemi monofase la caduta di tensione totale si ottiene sommando la caduta di tensione nella fase con quella nel neutro. Poiché per questi sistemi i conduttori di fase e di neutro devono avere la stessa sezione è sufficiente moltiplicare per 2 il valore fornito dalla (1):

$$\Delta V_{mon} = 2 \cdot \Delta V_{mon}$$

La formula (1) fornisce il valore della caduta di tensione in Volt; il valore percentuale si ricava da:

$$\Delta V\,\% = \frac{\Delta V_{tr} \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot V_f} \qquad \Delta V\,\% = \frac{\Delta V_{mon} \cdot 100}{V}$$

Per effettuare il dimensionamento delle condutture quindi inizialmente si calcola la sezione del conduttore in modo da avere una portata superiore alla corrente d'impiego.
Ricava poi la caduta di tensione attraverso l'impedenza del conduttore così determinato e, se il valore trovato supera il valore impostato, si continua ad aumentare la sezione del cavo in modo da ridurre i valori di resistenza e reattanza unitarie e perciò diminuire la caduta di tensione fino a rientrare nel limite prefissato.

7.2.3 Dimensionamento meccanico della conduttura

Il dimensionamento della sezione dei conduttori ai solo fini termici ed elettrici comporterebbe, per correnti d'impiego dell'ordine di pochi ampere, l'adozione di sezioni troppo esigue dal punto di vista della resistenza meccanica (durante l'installazione i cavi sono sottoposti a sforzi di flessione e trazione anche pesanti), della affidabilità antinfortunistica, del serraggio agli usuali morsetti.
Per impianti di uso generale la sezione minima da usare è pari a 1.5 mm^2, è però necessario consultare le rispettive norme per i vari casi particolari.

8. Calcolo delle correnti di Corto Circuito

Il corto circuito si verifica quando due punti di un circuito elettrico, fra i quali esiste una differenza di potenziale, vengono in contatto. Il corto circuito è l'evento in grado di originare le maggiori sollecitazioni di tipo termico e dinamico e di conseguenza deve essere interrotto nel più breve tempo possibile.
Le sollecitazioni termiche dipendono dall'energia sviluppata dalla corrente di corto circuito nell'elemento considerato e determinano, oltre ad una riduzione di vita dei materiali isolanti, vari fenomeni dannosi quali rammollimento dei materiali termoplastici, fragilità dei materiali termoindurenti, fusione di saldature dolci, ecc..
Le sollecitazioni dinamiche dipendono prevalentemente dal valore di cresta della prima onda di corrente e in maniera minore dalle successive; esse sottopongono i conduttori a forze di repulsione e attrazione.
Per scegliere in modo appropriato le apparecchiature di protezione si deve determinare correttamente l'entità delle correnti di corto circuito nei vari punti dell'impianto e nelle condizioni più sfavorevoli di guasto. Tale analisi va effettuata per le situazioni estreme, corrispondenti rispettivamente al calcolo della corrente di corto circuito massima nel punto di origine di ogni conduttura e quella minima al suo termine (in corrispondenza dei morsetti di collegamento al successivo elemento della rete o dei morsetti di collegamento al carico).
La corrente di corto circuiti massima in un sistema trifase si ha per corto circuito trifase nel punto di origine della conduttura; la sua conoscenza è indispensabile per stabilire il potere di interruzione del dispositivo di protezione. La corrente di corto circuito minima si ha per guasto fase-fase o fase-neutro (se il neutro è distribuito) o per guasto fase-massa nel punto della conduttura più lontano dall'origine: la sua conoscenza è richiesta per la verifica del corretto intervento delle protezioni in corrispondenza di tali valori di corrente. A riguardo della corrente di corto circuito minima si rammenta che la norma 64-8 si limita a considerare il caso di guasto franco, cioè con impedenza del guasto trascurabile: ciò è giustificato dall'esigenza normativa di considerare situazioni ben individuabili. Quando si verificano guasti non franchi (ad esempio in presenza di arco elettrico o per guasti che interessano parte degli avvolgimenti di macchine elettriche) la corrente di corto circuito può essere inferiore a quella precedentemente citata, ma non è possibile determinarne a priori il valore essendo sconosciuta l'impedenza di guasto. La conduttura è comunque protetta contro tale tipo di guasto se è presente

anche la protezione da sovraccarico.
L'andamento della corrente di corto circuito negli istanti immediatamente successivi al corto circuito è costituito dalla sommatoria di due termini:

- una componente simmetrica ad andamento sinusoidale che rappresenta la condizione di funzionamento a regime
- una componente unidirezionale transitoria il cui andamento dipende dal fattore di potenza del circuito e dall'istante in cui avviene il guasto.

9. Protezione dai sovraccarichi

Si è analizzato in precedenza come il criterio base per il dimensionamento di una conduttura sia correlato al legame esistente tra temperatura di esercizio del cavo e il decadimento nel tempo del materiale isolante: qualsiasi condizione di funzionamento che comporti un passaggio di corrente di valore superiore alla portata del cavo (I_z) ha come conseguenza una sovratemperatura rispetto alla temperatura massima consentita in servizio permanente e quindi determina una riduzione della vita del cavo. Il problema della protezione dai sovraccarichi delle condutture è quindi, per gli impianti elettrici in bassa tensione, essenzialmente un problema termico: si devono limitare le correnti in modo tale che il cavo non raggiunga, per effetto Joule, temperature tanto elevate da compromettere l'integrità e la durata dell'isolante; il danno che l'isolante può subire non dipende ovviamente solo dalle temperature raggiunte ma anche e soprattutto dalla durata della sollecitazione termica.
Per corrente di sovraccarico di una conduttura si intende qualsiasi corrente che risponda ai due seguenti requisiti:

- percorre un circuito elettricamente sano
- supera il valore della portata Iz della conduttura considerata

All'art. 433.1 della norma 64-8 si afferma che «devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che. tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circondante le condutture».
Poiché la corrente di sovraccarico può essere originata da cause diverse è necessario distinguere in:

- corrente di sovraccarico di natura "funzionale" prevista nell'ambito dell'esercizio ordinario dell'impianto (ad esempio avviamento di motori)
- corrente di sovraccarico di natura "anomala" dovuta ad irregolari funzionamenti del sistema elettrico (variazioni nella tensione di alimentazione che perdurano nel tempo, inserimento contemporaneo di troppi carichi, motori con rotore bloccato, ecc.)

Mentre la prima deve essere sopportata dalla conduttura senza provocare l'intervento delle protezioni, la seconda deve essere necessariamente interrotta se supera determinati valori di intensità e durata.

9.1 Scelta del dispositivo di protezione

Le due condizioni fondamentali da rispettare per una corretta scelta del dispositivo di protezione dal sovraccarico sono [64-8 art. 433.2]:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad (1)$$

$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z \qquad (2)$$

In tali relazioni compaiono, oltre alla corrente di impiego e alla portata della conduttura, la corrente nominale (I_n) e la corrente di intervento (I_f) del dispositivo di protezione [corrente che assicura

l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite].
La relazione (1) e' formata da tre disequazioni:

a) la portata della conduttura deve essere maggiore o quanto meno uguale alla corrente d'impiego;

$$I_b \leq Iz$$

b) il dispositivo posto a protezione della linea deve avere una corrente nominale tale da lasciar passare permanentemente la corrente di normale funzionamento dei carichi:

$$I_b \leq I_n$$

c) la terza relazione deriva dalla considerazione che l'apparecchio di protezione deve interrompere le eventuali correnti superiori alla portata del cavo, cioè:

$$I_n \leq Iz$$

E' importante osservare che il rapporto If / n per gli interruttori rispondenti alla norma CEI EN 60898 e alle norme CEI EN 60947 è sempre inferiore o uguale a 1.45. Ne consegue. che per qualunque interruttore costruito secondo tali norme, risulta automaticamente soddisfatta la relazione:

$$I_f \leq 1.45 \cdot Iz$$

e pertanto ne deriva che la scelta dell'interruttore automatico può essere fatta soddisfando solo la relazione (1).

10. Protezione dai Corto Circuiti

I dispositivi idonei alla protezione contro i corto circuiti devono rispondere alle seguenti condizioni [64-8 art. 434.2]:

a) avere un potere di interruzione (P i) non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione (I cc max) (tranne quando si effettua la protezione serie :

$$Icc\ max \leq Pi \quad (1)$$

b) intervenire in modo tale che tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito siano interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile. Al fine di verificare tale condizione è necessario soddisfare, per ogni valore possibile di corto circuito, alla seguente condizione:

$$I^2t < K^2S^2$$

il termine (I^2t) è l'energia specifica lasciata passare dal dispositivo di interruzione (integrale di Joule) e corrisponde all'integrale rispetto al tempo del quadrato del valore istantaneo della corrente, valutato in un opportuno intervallo di tempo che si estende dall'istante in cui si stabilisce la sovracorrente sino alla sua interruzione:

$$\left(I^2 t\right) = \int_0^t i^2 \, dt$$

Per le considerazioni in oggetto, fissate determinate condizioni di funzionamento, ciò che interessa conoscere è la curva che fornisce i valori massimi di (I^2t) in funzione della corrente di corto circuito presunta.
L'energia specifica è una grandezza introdotta dalle Norme per valutare l'entità dell'energia termica

specifica lasciata passare dal dispositivo di protezione durante il corto circuito.

Dimensionalmente non è una grandezza fisicamente indicativa (A^2s) ma lo diventa quando è moltiplicata per la resistenza dell'elemento interessato, determinando così l'energia sviluppata dalla corrente di corto circuito all'interno di esso. Per i corto circuiti di durata compresa tra 0.1 s e 5 s il valore di (I^2t) si può ottenere assumendo per la I il valore efficace in ampere della corrente di corto circuito e per t la durata, in secondi, del corto circuito stesso; per durate molto brevi (< 0.1 s) dove l'asimmetria della corrente è notevole, e per i dispositivi di protezione limitatori di corrente, il valore di (I^2t) lasciato passare deve essere indicato dal costruttore del dispositivo di protezione.
Il termine K^2S^2 rappresenta il massimo valore di energia specifica che il cavo è in grado di sopportare, supponendo un funzionamento adiabatico. Tale valore, moltiplicato per la resistenza del conduttore, determina il calore che, dissipato per effetto joule nel conduttore, porta il cavo alla massima temperatura ammissibile in caso di corto circuito (pari a 70°C per cavi con isolamento in PVC e a 90°C per cavi in EPR).
E' importante osservare che il termine K^2S^2 risulta essere indipendente dal tipo di posa del cavo in quanto, non avendo considerato la scambio termico con l'ambiente (funzionamento adiabatico), è ininfluente la conoscenza del valore di conduttività termicatra conduttura e ambiente circostante.
La formula (2) esprime chiaramente che se l'integrale di Joule lasciato passare dal dispositivo di protezione non supera il valore K^2S^2 ammesso dal conduttore la protezione è assicurata in quanto la temperatura del cavo si mantiene inferiore al massimo valore ammissibile.
Il termine K^2S^2 risulta composto da due termini:

- S sezione del conduttore [mm^2]
- K coefficiente che tiene conto del materiale conduttore e delle caratteristiche termiche dell'isolante; è funzione di vari parametri quali:

· calore specifico medio del materiale conduttore

· resistività del materiale conduttore

· temperatura iniziale e finale del conduttore

Il Tecnico

Ing. Paolo Sorrentino

ORDINE DEGLI INGEGNERI
SORRENTINO
194
SALERNO

ALIMENTAZIONE

DATI GENERALI DI IMPIANTO

Tensione Nominale [V]	Sistema di Neutro	Distribuzione	P. Contrattuale [kW]	Frequenza[Hz]
400	TT Ul=50 Ra=1,00 Ig=50,00	3 Fasi + Neutro	27,5	50

ALIMENTAZIONE PRINCIPALE:INGRESSO LINEA

I_{cc} [kA]	dV a monte [%]	Cos φ_{cc}	Cos φ carico
10	0,0	0,50	0,90

STRUTTURA QUADRI

Q0 - Quadro Generale

LINEE

Utenza	Siglatura	Ph/N/PE Derivazione	P [kW]	Cos φ	Tensione [V]	I_b [A]
Quadro: [Q0] Quadro Generale						
2		3F+N+PE	0		400	0
3		3F+N+PE	0		400	0
4		3F+N+PE	0		400	0
5		3F+N+PE	0		400	0
6		3F+N+PE	0		400	0
Generale Quadro		3F+N+PE	27,5	0,90	400	68,4
Generale Luci		3F+N+PE	12	0,90	400	32,2
Linea Riflettori	U0.3.1	3F+N+PE	4	0,90	400	6,4
Linea Riflettori	U0.3.2	3F+N+PE	4	0,90	400	6,4
Linea Prese	U0.3.3	F+N+PE	4	0,90	230	19,3
Generale Spogliatoi		3F+N+PE	4	0,90	400	19,3
Linea Luci	U0.3.4	F+N+PE	1	0,90	230	4,8
Linea Prese	U0.3.5	F+N+PE	3	0,90	230	14,5
Generale Spogliatoi		3F+N+PE	4	0,90	400	19,3
Linea Luci	U0.3.6	F+N+PE	1	0,90	230	4,8
Linea Prese	U0.3.7	F+N+PE	3	0,90	230	14,5
Generale locale		3F+N+PE	3,5	0,90	400	16,9
Linea Luci	U0.3.8	F+N+PE	0,5	0,90	230	2,4
Locale tecnico	U0.3.9	F+N+PE	3	0,90	230	14,5
Generale Luci		3F+N+PE	4	0,90	400	19,3
Linea Luci	U0.3.10	F+N+PE	1	0,90	230	4,8
Luci Esterne	U0.3.11	F+N+PE	3	0,90	230	14,5

LISTA LIMITATORI DI SOVRATENSIONE

Utenza	Modello SPD	Iimp [kA]	Imax [kA]	In [kA]	U_p [kV]
Quadro: [Q0] Quadro Generale					
2	iQuick PRD20r 3P+N Tipo 2		20	5	1,5

REGOLAZIONI

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_{\Delta}n$ [A]**	**$T_{\Delta}n$ [ms]**
Quadro: [Q0] Quadro Generale								
Montante Q1	C120 N -	4 -	C -	80 -	80	-	0,8	0,8
Generale Quadro Q0.1.6	C120 N -	4 -	C -	80 -	80 Vigi	- A SI	0,8 0,03	0,8 Ist.
Generale Luci Q0.2.1	C40 N -	3+N -	C -	40 -	40 Vigi	- A SI	0,4 0,03	0,4 Ist.
Linea Riflettori Q0.3.1	C40 N -	3+N -	C -	10 -	10	-	0,1	0,1
Linea Riflettori Q0.3.2	C40 N -	3+N -	C -	10 -	10	-	0,1	0,1
Linea Prese Q0.3.3	C40 N -	1+N -	C -	20 -	20	-	0,2	0,2
Generale Spogliatoi Q0.2.2	C40 N -	3+N -	C -	20 -	20 Vigi	- A SI	0,2 0,03	0,2 Ist.
Linea Luci Q0.3.4	C40 N -	1+N -	C -	6 -	6	-	0,06	0,06
Linea Prese Q0.3.5	C40 N -	1+N -	C -	16 -	16	-	0,16	0,16
Generale Spogliatoi Q0.2.3	C40 N -	3+N -	C -	20 -	20 Vigi	- A SI	0,2 0,03	0,2 Ist.
Linea Luci	C40 N	1+N	C	6	6	-	0,06	0,06

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Q0.3.6	-	-	-	-				
Linea Prese Q0.3.7	C40 N -	1+N -	C -	16 -	16	-	0,16	0,16
Generale locale Q0.2.4	C40 N -	3+N -	C -	20 -	20 Vigi	- A SI	0,2 0,03	0,2 Ist.
Linea Luci Q0.3.8	C40 N -	1+N -	C -	6 -	6	-	0,06	0,06
Locale tecnico Q0.3.9	C40 N -	1+N -	C -	16 -	16	-	0,16	0,16
Generale Luci Q0.2.5	C40 N -	3+N -	C -	20 -	20 Vigi	- A SI	0,2 0,03	0,2 Ist.
Linea Luci Q0.3.10	C40 N -	1+N -	C -	6 -	6	-	0,06	0,06
Luci Esterne Q0.3.11	C40 N -	1+N -	C -	16 -	16	-	0,16	0,16

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: MONTANTE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
27,5	68,41	68,41	32,18	32,18	0,90		1,00	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L1	3F+N+PE	uni	5	1	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 25	1x 25	1x 16	N07G9-K/Cu	3,6	0,53	15,147	20,53	0,13	0,13	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
68,4	98,8	10	9,05	6,22	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Montante	C120 N	4	C	80	80	-	0,8	0,8
Q1	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	-	-	-

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: 2

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
0	0	0	0	0				

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: 3

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
0	0	0	0	0				

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: 4

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
0	0	0	0	0				

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: 5

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
0	0	0	0	0				

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: 6

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
0	0	0	0	0				

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO
GENERALE LINEA: GENERALE QUADRO

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
27,5	68,41	68,41	32,18	32,18	0,90		1,00	

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Generale Quadro	C120 N	4	C	80	80	-	0,8	0,8
Q0.1.6	-	-	-	-	Vigi	A SI	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: GENERALE LUCI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
12	32,2	32,2	12,87	12,87	0,90		1,00	

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_{\Delta}n$ [A]**	**$T_{\Delta}n$ [ms]**
Generale Luci	C40 N	3+N	C	40	40	-	0,4	0,4
Q0.2.1	-	-	-	-	Vigi	A SI	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: LINEA RIFLETTORI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
4	6,42	6,42	6,42	6,42	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.1	3F+N+PE	uni	65	3	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	N07G9-K/Cu	468,0	10,14	481,147	28,67	1,46	1,59	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
6,4	29,1	9,05	0,48	0,15	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Linea Riflettori	C40 N	3+N	C	10	10	-	0,1	0,1
Q0.3.1	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: LINEA RIFLETTORI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
4	6,42	6,42	6,42	6,42	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.2	3F+N+PE	uni	45	3	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	N07G9-K/Cu	324,0	7,02	337,147	25,55	1,01	1,14	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
6,4	29,1	9,05	0,68	0,22	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_{\Delta}n$ [A]**	**$T_{\Delta}n$ [ms]**
Linea Riflettori	C40 N	3+N	C	10	10	-	0,1	0,1
Q0.3.2	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO
GENERALE LINEA: LINEA PRESE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
4	19,33	19,33	0	0	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.3	F+N+PE	uni	65	3	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 6	1x 6	1x 6	N07G9-K/Cu	195,0	8,775	208,147	27,305	3,71	3,84	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
19,3	56,2	7,6	0,55	0,36	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Linea Prese	C40 N	1+N	C	20	20	-	0,2	0,2
Q0.3.3	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: GENERALE SPOGLIATOI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
4	19,31	0	19,31	0	0,90		1,00	

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_{\Delta}n$ [A]**	**$T_{\Delta}n$ [ms]**
Generale Spogliatoi	C40 N	3+N	C	20	20	-	0,2	0,2
Q0.2.2	-	-	-	-	Vigi	A SI	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO
GENERALE LINEA: LINEA LUCI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
1	4,82	0	4,82	0	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.4	F+N+PE	uni	35	1	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	N07G9-K/Cu	252,0	5,46	265,147	23,99	1,19	1,32	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
4,8	27	7,6	0,43	0,28	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Linea Luci	C40 N	1+N	C	6	6	-	0,06	0,06
Q0.3.4	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: LINEA PRESE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
3	14,49	0	14,49	0	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.5	F+N+PE	uni	35	1	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	N07G9-K/Cu	252,0	5,46	265,147	23,99	3,57	3,7	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
14,5	27	7,6	0,43	0,28	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	T_{sd} [s]	I_i	I_g [xI_n - A]	T_g [s]	Differenz.	Classe	$I_\Delta n$ [A]	$T_\Delta n$ [ms]
Linea Prese	C40 N	1+N	C	16	16	-	0,16	0,16
Q0.3.5	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: GENERALE SPOGLIATOI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
4	19,31	19,31	0	0	0,90		1,00	

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Generale Spogliatoi	C40 N	3+N	C	20	20	-	0,2	0,2
Q0.2.3	-	-	-	-	Vigi	A SI	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: LINEA LUCI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
1	4,82	4,82	0	0	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.6	F+N+PE	uni	35	1	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	N07G9-K/Cu	252,0	5,46	265,147	23,99	1,19	1,32	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
4,8	27	7,6	0,43	0,28	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	T_{sd} [s]	I_i	I_g [xI_n - A]	T_g [s]	Differenz.	Classe	$I_\Delta n$ [A]	$T_\Delta n$ [ms]
Linea Luci	C40 N	1+N	C	6	6	-	0,06	0,06
Q0.3.6	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO
GENERALE LINEA: LINEA PRESE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
3	14,49	14,49	0	0	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.7	F+N+PE	uni	35	1	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	N07G9-K/Cu	252,0	5,46	265,147	23,99	3,57	3,7	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
14,5	27	7,6	0,43	0,28	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Linea Prese	C40 N	1+N	C	16	16	-	0,16	0,16
Q0.3.7	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: GENERALE LOCALE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
3,5	16,9	16,9	0	0	0,90		1,00	

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Generale locale	C40 N	3+N	C	20	20	-	0,2	0,2
Q0.2.4	-	-	-	-	Vigi	A SI	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: LINEA LUCI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
0,5	2,41	2,41	0	0	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.8	F+N+PE	uni	35	1	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	N07G9-K/Cu	252,0	5,46	265,147	23,99	0,59	0,72	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
2,4	27	7,6	0,43	0,28	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_{\Delta n}$ [A]**	**$T_{\Delta n}$ [ms]**
Linea Luci	C40 N	1+N	C	6	6	-	0,06	0,06
Q0.3.8	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: LOCALE TECNICO

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
3	14,49	14,49	0	0	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.9	F+N+PE	uni	35	1	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	N07G9-K/Cu	252,0	5,46	265,147	23,99	3,57	3,7	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
14,5	27	7,6	0,43	0,28	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Locale tecnico	C40 N	1+N	C	16	16	-	0,16	0,16
Q0.3.9	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE LINEA: GENERALE LUCI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
4	19,31	0	0	19,31	0,90		1,00	

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_{\Delta}n$ [A]**	**$T_{\Delta}n$ [ms]**
Generale Luci	C40 N	3+N	C	20	20	-	0,2	0,2
Q0.2.5	-	-	-	-	Vigi	A SI	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO GENERALE
LINEA: LINEA LUCI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
1	4,82	0	0	4,82	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.10	F+N+PE	uni	35	1	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	N07G9-K/Cu	252,0	5,46	265,147	23,99	1,19	1,32	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
4,8	27	7,6	0,43	0,28	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Linea Luci	C40 N	1+N	C	6	6	-	0,06	0,06
Q0.3.10	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [Q0] QUADRO
GENERALE LINEA: LUCI ESTERNE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
3	14,49	0	0	14,49	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.3.11	F+N+PE	uni	35	1	25			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm²] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	N07G9-K/Cu	252,0	5,46	265,147	23,99	3,57	3,7	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
14,5	27	7,6	0,43	0,28	0,05

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]
Siglatura	**T_{sd} [s]**	**I_i**	**I_g [xI_n - A]**	**T_g [s]**	**Differenz.**	**Classe**	**$I_\Delta n$ [A]**	**$T_\Delta n$ [ms]**
Luci Esterne	C40 N	1+N	C	16	16	-	0,16	0,16
Q0.3.11	-	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
Verificata	Verificata	Verificata	Verificata

RIF. QUADRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9

NOME PROGETTO

TENSIONE	400	(V)
FREQUENZA	50	(Hz)
SIST. DI NEUTRO	TT	

NORME DI RIFERIMENTO	
INT. SCATOLATI	CEI EN 60947-2
INT. MODULARI	CEI EN 60947-2
	CEI EN 60898
CARPENTERIA	CEI EN 61439-2

[QO]

Nome del quadro		Quadro Generale									
Corrente nominale (A)		80									
Tensione nominale (V)		400									
Icc in ingresso (kA)		9,1									
Caduta di tensione al quadro (%)		0,1									
Formazione linea (F+N+PE)		1x25 1x25 1x16									
Lunghezza linea (m)		5									
Norma di riferimento		Industriale									

RIF. QUADRO	Q0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

COMMITTENTE:

COMMESSA:

QUADRO:

Quadro Generale

CARATTERISTICHE QUADRO

IMPIANTO A MONTE

TENSIONE [V]	400	FREQ. [Hz]	50
CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]			
Icc PRES. SUL QUADRO [kA]			9,1
SISTEMA DI NEUTRO			TT
DIMENSIONAMENTO SBARRE In [A]		Icc [kA]	
CARPENTERIA			METALLICA
CLASSE DI ISOLAMENTO			IP

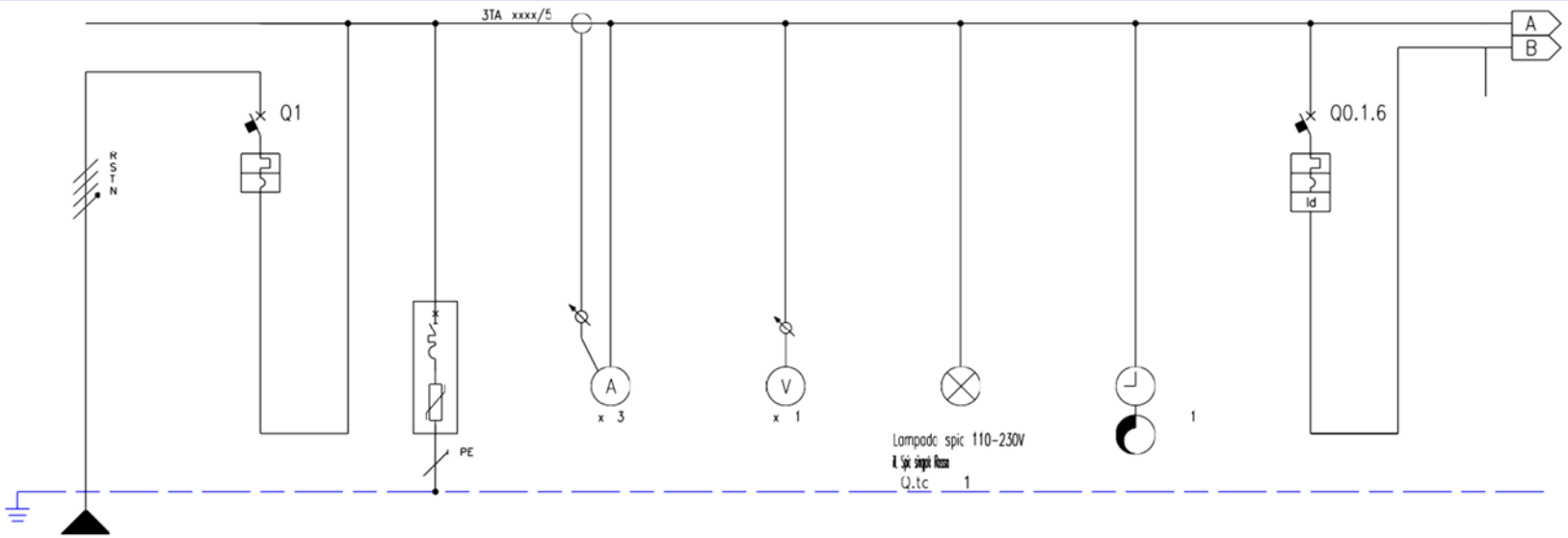
NORMATIVA DI RIFERIMENTO

INTERRUTTORI SCATOLATI	[X]	— CE EN 60947-2
INTERRUTTORI MODULARI	[X]	— CE EN 60947-2
	[ ]	— CE EN 60898
CARPENTERIA	[X]	— CE EN 61439-2
	[ ]	— CE 23-48 — CE 23-49 — CE 23-51

RIF. QUADRO	Q0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

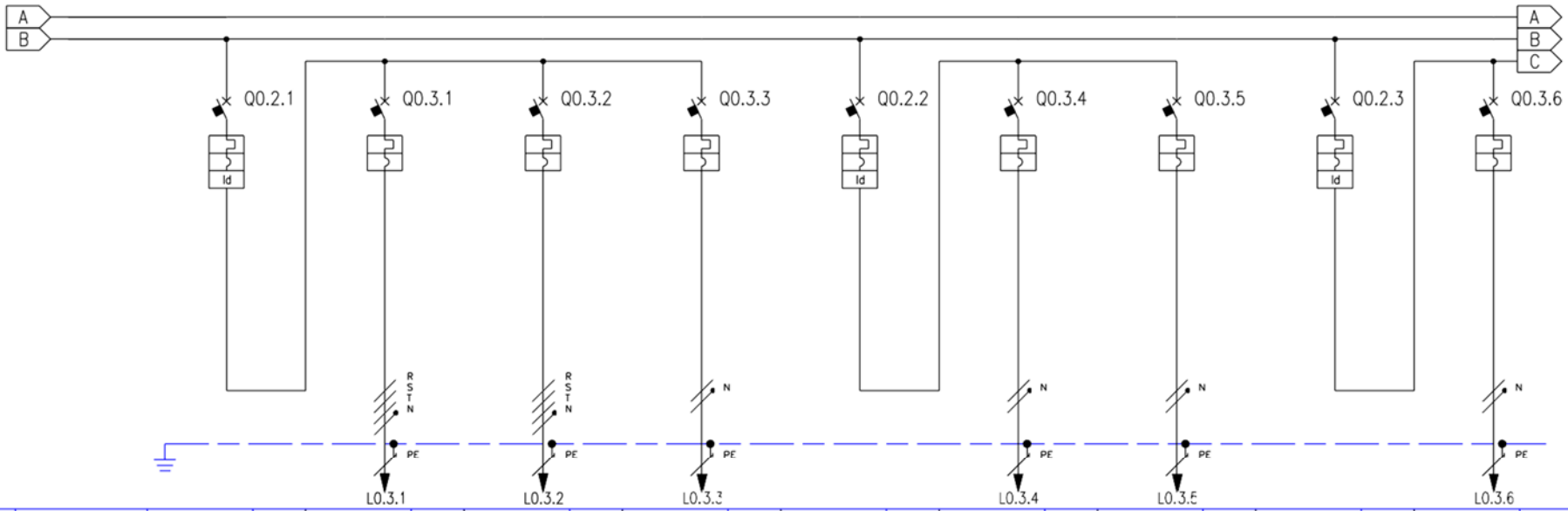
LEGENDA SIMBOLI

INTERRUTTORE AUTOMATICO	SEZIONATORE	INTERRUTTORE DI MANOVRA/SEZIONATORE	PROTEZIONE TERMICA	PROTEZIONE MAGNETICA	PROTEZIONE DIFFERENZIALE	SALVAMOTORE	ELEMENTO FUSIBILE	TOROIDE	COMANDO MANUALE
COMANDO MOTORIZZATO	SGANCIO LIBERO	MANOVRA ROTATIVA BLOCCOPORTA	INTERBLOCCO	APPARECCHIATURA RIMOVIBILE/ESTRAIBILE	BLOCCO A CHIAVE (BLOCCATO CON APPARECCHIO IN POSIZIONE DI RIPOSO)	BLOCCO A CHIAVE (LIBERO CON APPARECCHIO IN POSIZIONE DI RIPOSO)	CONTATTO AUX (N. NUMERO D CONTATTI INSTALLATI, IL TRATTEGGIO INDICA QUALE PARTE DELL'APPARECCHIATURA AGISCE SUL CONTATTO)	BOBINA A MINIMA TENSIONE	BOBINA A LANCIO DI CORRENTE
COMMUTATORE PER STRUMENT (VOLTMETRICO/AMPEROMETRICO)	AMPEROMETRO	VOLTMETRO	FREQUENZIMETRO	STRUMENTO INTEGRATORE (CONTATORE)	CONTATTORE CON CONTATTI NO	CONTATTORE CON POSSIBILITA' DI COMANDO MANUALE CON CONTATTI NO	CONTATTORE CON CONTATTI NC	TELERUTTORE (RELE' PASSO/PASSO)	OROLOGIO
CREPUSCOLARE	OROLOGIO ASTRONOMICO	GRUPPO DI CONTINUITA' (UPS)	PRESA (SIMBOLO GENERALE)	PRESA CON INTERRUTTORE DI BLOCCO E FUSIBILI	AVVIATORE - SOFT STARTER	VARIATORE DI VELOCITA' (INVERTER)	AVVIATORE STELLA/TRIANGOLO	TRASFORMATORE	LIMITATORE DI SOVRATENSIONE (SPD)

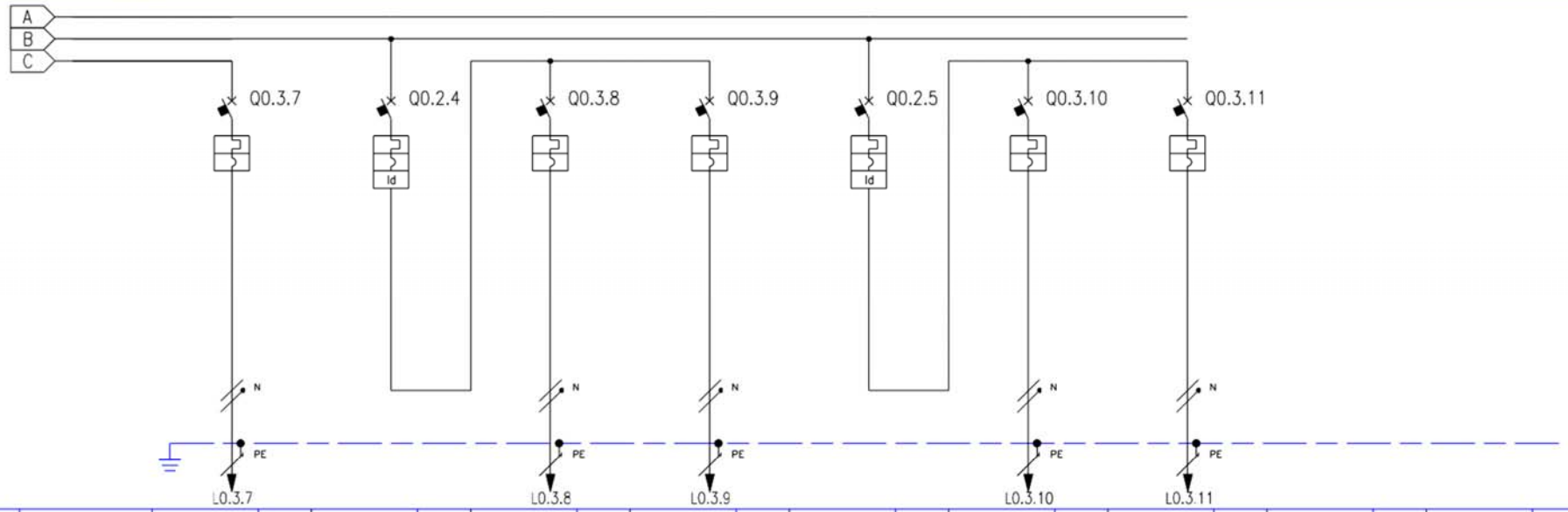


NUMERAZIONE MORSETTI

NUMERAZIONE CIRCUITO		DISTRIBUZIONE		RSTNPE	1		2	RSTNPE	3	RSTNPE	4	RSTNPE	5	RSTNPE	6	RSTNPE	7	RSTNPE		
DESCRIZIONE CIRCUITO			Montante Enel		Montante Enel		2		3		4		5		6		Generale Quadro			
TIPO APPARECCHIO					C120 N												C120 N			
INTERRUTTORE	Icu [kA]				10												10			
	N. POLI	In [A]			4P	80											4P	80		
	CURVA/SGANCIATORE				C												C			
	Ir [A]	tr [s]			80												80			
	Isd [A]	tsd [s]			800												800			
	Ii [A]																			
	Ig [A]	tg [s]																		
DIFFERENZIALE	TIPO	CLASSE															Vigi	A SI		
	Idn [A]	tdn [ms]															0,03	Istantaneo		
CONTATTORE	TIPO	CLASSE																		
TELERUTTORE	BOBINA [V]	N. POLI	In [A]																	
TERMICO	TIPO	Irth [A]																		
FUSIBILE	N. POLI	In [A]																		
ALTRE APP.	TIPO	MODELLO																		
CONDUTTURA	TIPO ISOLAMENTO	POSA	EPR	1																
	SEZIONE FASE-N-PE/PEN [mmq]		1x25	1x25	1x16															
	Ib [A]	Iz [A]	68,4	98,8																
	Un [V]	Pn [kW]	400																	
FONDO LINEA	Icc min [kA]	Icc max [kA]	6,2	9,1																
	LUNGHEZZA [m]	dV TOTALE [%]	5	0,1																
NOTE			N07G9-K/Cu																	



RIF. QUADRO			[Q0]		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
NUMERAZIONE MORSETTI							L0.3.1		L0.3.2		L0.3.3				L0.3.4		L0.3.5				L0.3.6	
NUMERAZIONE CIRCUITO	DISTRIBUZIONE				8	RSTNPE	9	RSTNPE	10	RSTNPE	11	RNPE	12	RSTNPE	13	SNPE	14	SNPE	15	RSTNPE	16	RNPE
DESCRIZIONE CIRCUITO					Generale Luci Palestra		Linea Riflettori Sx		Linea Riflettori Dx		Linea Prese		Generale Spogliatoi Sx		Linea Luci spogliatoic sx		Linea Prese spogliatoio sx		Generale Spogliatoi Dx		Linea Luci spogliatoic dx	
TIPO APPARECCHIO					C40 N		C40 N		C40 N		C40 N		C40 N		C40 N		C40 N		C40 N		C40 N	
INTERRUTTORE	Icu [kA]				10		10		10		10		10		10		10		10		10	
	N. POLI	In [A]			3P+N	40	3P+N	10	3P+N	10	1P+N	20	3P+N	20	1P+N	6	1P+N	16	3P+N	20	1P+N	6
	CURVA/SGANCIATORE				C		C		C		C		C		C		C		C		C	
	Ir [A]	tr [s]			40		10		10		20		20		6		16		20		6	
	Isd [A]	tsd [s]			400		100		100		200		200		60		160		200		60	
	Ii [A]																					
	Ig [A]	tg [s]																				
DIFFERENZIALE	TIPO	CLASSE			Vigi	A SI							Vigi	A SI					Vigi	A SI		
	Idn [A]	tdn [ms]			0,03	Istantaneo							0,03	Istantaneo					0,03	Istantaneo		
CONTATTORE	TIPO	CLASSE																				
TELERUTTORE	BOBINA [V]	N. POLI	In [A]																			
TERMICO	TIPO	Irth [A]																				
FUSIBILE	N. POLI	In [A]																				
ALTRE APP.	TIPO	MODELLO																				
CONDUTTURA	TIPO ISOLAMENTO	POSA					EPR	3	EPR	3	EPR	3			EPR	1	EPR	1			EPR	1
	SEZIONE FASE-N-PE/PEN [mmq]						1x2,5	1x2,5	1x2,5	1x2,5	1x6	1x6			1x2,5	1x2,5	1x2,5	1x2,5			1x2,5	1x2,5
	Ib [A]	Iz [A]					6,4	29,1	6,4	29,1	19,3	56,2			4,8	27	14,5	27			4,8	27
	Un [V]	Pn [kW]					400	4	400	4	230	4			230	1	230	3			230	1
FONDO LINEA	Icc min [kA]	Icc max [kA]					0,2	0,5	0,2	0,7	0,4	0,6			0,3	0,4	0,3	0,4			0,3	0,4
	LUNGHEZZA [m]	dV TOTALE [%]					65	1,6	45	1,1	65	3,8			35	1,3	35	3,7			35	1,3
NOTE							N07G9-K/Cu		N07G9-K/Cu		N07G9-K/Cu				N07G9-K/Cu		N07G9-K/Cu				N07G9-K/Cu	



RIF. QUADRO			Q0	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
NUMERAZIONE MORSETTI				L0.3.7				L0.3.8		L0.3.9				L0.3.10		L0.3.11					
NUMERAZIONE CIRCUITO		DISTRIBUZIONE		17	RNPE	18	RSTNPE	19	RNPE	20	RNPE	21	RSTNPE	22	TNPE	23	TNPE				
DESCRIZIONE CIRCUITO				Linea Prese spogliatoio dx		Generale locale Tecnico		Linea Luci spogliatoio dx		Locale tecnico linea prese		Generale Luci Esterne		Linea Luci EXT1		Luci Esterne EXT 2					
TIPO APPARECCHIO				C40 N		C40 N		C40 N		C40 N		C40 N		C40 N		C40 N					
INTERRUTTORE	Icu [kA]			10		10		10		10		10		10		10					
	N. POLI	In [A]		1P+N	16	3P+N	20	1P+N	6	1P+N	16	3P+N	20	1P+N	6	1P+N	16				
	CURVA/SGANCIATORE			C		C		C		C		C		C		C					
	Ir [A]	tr [s]		16		20		6		16		20		6		16					
	Isd [A]	tsd [s]		160		200		60		160		200		60		160					
	Ii [A]																				
	Ig [A]	tg [s]																			
DIFFERENZIALE	TIPO	CLASSE				Vig	A SI					Vig	A SI								
	Idn [A]	tdn [ms]				0,03	Istantaneo					0,03	Istantaneo								
CONTATTORE	TIPO	CLASSE																			
TELERUTTORE	BOBINA [V]	N. POLI	In [A]																		
TERMICO	TIPO	Irth [A]																			
FUSIBILE	N. POLI	In [A]																			
ALTRE APP.	TIPO	MODELLO																			
CONDUTTURA	TIPO ISOLAMENTO	POSA		EPR	1			EPR	1	EPR	1			EPR	1	EPR	1				
	SEZIONE FASE-N-PE/PEN [mmq]			1x2,5	1x2,5 1x2,5			1x2,5	1x2,5 1x2,5	1x2,5	1x2,5 1x2,5			1x2,5	1x2,5 1x2,5	1x2,5	1x2,5 1x2,5				
	Ib [A]	Iz [A]		14,5	27			2,4	27	14,5	27			4,8	27	14,5	27				
	Un [V]	Pn [kW]		230	3			230	0,5	230	3			230	1	230	3				
FONDO LINEA	Icc min [kA]	Icc max [kA]		0,3	0,4			0,3	0,4	0,3	0,4			0,3	0,4	0,3	0,4				
	LUNGHEZZA [m]	dV TOTALE [%]		35	3,7			35	0,7	35	3,7			35	1,3	35	3,7				
NOTE				N07G9-K/Cu				N07G9-K/Cu		N07G9-K/Cu				N07G9-K/Cu		N07G9-K/Cu					