



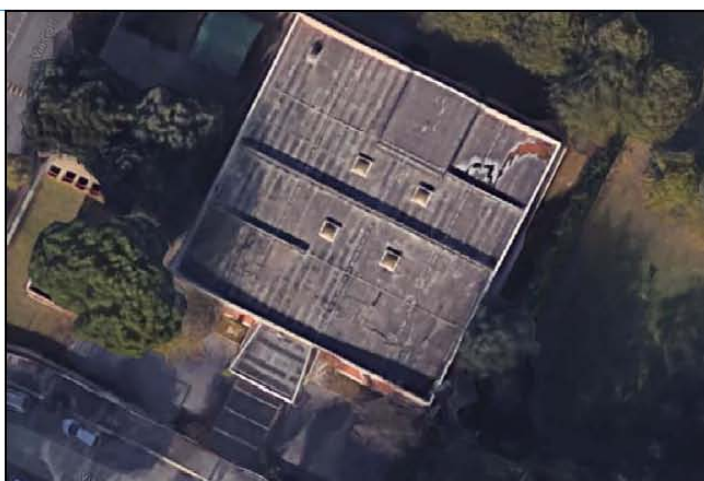
ROMA CAPITALE



Massimo Romano
Ingegnere

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER L'ADEGUAMENTO ANTINCENDIO
DELLA SCUOLA MATERNA "TORRACCIO" DI VIA GIGGI SPADUCCI, 37
MUNICIPIO ROMA IV - ANNO 2017 - CIG: Z4E1C2DD37

- PROGETTO ESECUTIVO -



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: ING. FABRIZIO MAZZENGA

ELABORATO: RELAZIONE SPECIALISTICA
IMPIANTO ELETTRICO

TAV. R03

SCALA

REV. 01/17

IL PROFESSIONISTA

DATA

VISTO IN INGRESSO

ING. MASSIMO ROMANO



STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA ING. MASSIMO ROMANO - VIALE ZITTOLA N. 2 67031 CASTEL DI SANGRO (AQ) TEL/FAX 0864841673
cell.: 3473730456 e-mail: romanomassimo@yahoo.it - pec: massimo.romano@ingpec.eu

INDICE

NORME DI RIFERIMENTO	2
PREMESSA	4
CLASSIFICAZIONE	4
CARATTERISTICHE ELETTRICHE	5
MISURE DI PROTEZIONE ELETTRICA	6
PROTEZIONE DA CONTATTI DIRETTI	6
PROTEZIONE DA CONTATTI INDIRETTI	6
PROTEZIONE DA CORTO-CIRCUITI	6
DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA	6
CANALIZZAZIONI	6
METODO DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO	8
DESCRIZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO	15

NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Norme

D.Lgs. 9/4/08 n.81	TESTO UNICO sulla salute e sicurezza sul lavoro e succ. mod. e int.
D.Lgs. 3/8/09 n.106	Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81. in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
Legge 186/68	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
DPR 151 01/08/11	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
D.Lgs. 22/01/08 n. 37	Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 - quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n° 248 del 2 dicembre 2005. recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
CEI 64-8*1	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: oggetto, scopo e principi fondamentali.
CEI 64-8*2	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 2: definizioni.
CEI 64-8*3	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 3: caratteristiche generali.
CEI 64-8*4	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 4: prescrizioni per la sicurezza.
CEI 64-8*5	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici.
CEI 64-8*6	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 6: verifiche.
CEI 64-8*7	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: ambienti ed applicazioni particolari.
CEI 64-8; V1	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene modifiche ad alcuni articoli nonché correzioni di inesattezze riscontrate in alcune Parti della Norma CEI 64-8.
CEI 64-8; V2	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. La Variante si è resa necessaria in seguito alla pubblicazione di nuovi documenti CENELEC della serie HD 60364.
CEI 64-8; V3	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene il nuovo Allegato A della Parte 3: "Ambienti residenziali - Prestazioni dell'impianto" e modifiche ad alcuni articoli della Norma CEI 64-8 in seguito al contenuto dell'Allegato A.
CEI 64-50	Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale.
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
CEI 17- 13/1	Apparecchiature assemblate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
CEI 23-48	Involucri per apparecchi per i installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali
CEI 23-49	Involucri per apparecchi per i installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similare.
CEI 31-30	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi
CEI 31-33	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).

CEI 31-35	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-301). Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapori e nebbie infiammabili.
CEI 0-10	Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
CEI 81-10/1	Protezione contro i fulmini. Principi generali.
CEI 81-10/2	Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio.
CEI 81-10/3	Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
CEI 81-10/4	Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.
CEI-UNEL 35026	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
CEI-UNEL 35024/1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
CEI-UNEL 35023	Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione.
CEI 3-50	Segni grafici da utilizzare sulle apparecchiature. Parte 2: Segni originali.
CEI 0-10	Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
CEI 0-11	Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza
CEI 64-100/1	Edilizia residenziale. Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 1: Montanti degli edifici.
CEI 64-100/2	Edilizia residenziale. Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 2: Unità immobiliari (appartamenti).
CEI 64-13	Guida alla Norma CEI 64-4. "Impianti elettrici in locali adibiti ad uso medico".
CEI 64-14	Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
CEI 64-17	Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri.
CEI 64-4	Impianti elettrici in locali adibiti ad uso medico.
CEI 64-51	Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per centri commerciali.
CEI 64-53	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale.
CEI 64-54	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per i locali di pubblico spettacolo.
CEI 64-55	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per le strutture alberghiere.
CEI 64-56	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per locali ad uso medico.
CEI 64-57	Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per impianti di piccola produzione distribuita.
CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione. Parte 2: prescrizioni particolari. Apparecchi di illuminazione di emergenza.
CEI 34-111	Sistemi di illuminazione di emergenza.
CEI 23-50	Spine e prese per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali.
CEI 11-25	Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata. Parte 0: calcolo delle correnti.

Inoltre dovranno essere rispettate tutte le leggi e le norme vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate e le prescrizioni di Autorità Locali, VV.FF., Ente distributore di energia elettrica, Telefonica, ISPESL, ASL, ecc.

PREMESSA

La presente relazione descrive il rifacimento dell'impianto elettrico dell'edificio scolastico in oggetto. Il complesso scolastico, isolato rispetto ad altri fabbricati, ed ubicato in area pressoché pianeggiante, è costituito da un unico corpo di fabbrica articolatosi su unico livello e articolato come di seguito descritto:

- n° 4 aule didattiche;
- n° refettorio;
- n° 2 locali ripostiglio);
- n° 1 sala riposo;
- n° 1 cucina;
- n° 1 locale ufficio;
- n° 1 atrio;
- n° 1 dispensa;
- n° 1 ingresso;
- n° 4 servizi igienici distinti per sesso e dotati dei rispettivi antibagni.

La fornitura elettrica viene effettuata da ACEA con linea BT a 400V. La potenza impegnata è di 15 Kw.

CLASSIFICAZIONE

L'attività è individuata dalle norme vigenti antincendio come "Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie e simili con numero di presenze contemporanee da 101 a 300 persone".

Gli impianti elettrici del complesso scolastico saranno realizzati in conformità ai disposti di cui alla legge 1° Marzo 1968 n°186 e al Decreto Ministeriale del 26 Agosto 1992:

- Ogni scuola deve essere munita di interruttore generale, posto in posizione segnalata, che permetta di togliere tensione all'impianto elettrico dell'attività; tale interruttore deve essere munito di comando di sgancio a distanza, posto nelle vicinanze dell'ingresso o in posizione presidiata ;
- Le scuole devono essere dotate di un impianto di sicurezza alimentato da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria. L'impianto elettrico di

sicurezza deve alimentare le seguenti utilizzazioni, strettamente connesse con la sicurezza delle persone:

A. Illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo che garantisca un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux (Sono ammesse singole lampade o gruppi di lampade con alimentazione autonoma. Qualora impiegate il dispositivo di carica degli accumulatori deve essere di tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa entro 12 ore) e l'autonomia della sorgente di sicurezza non deve essere inferiore a 30°;

B. Impianto di diffusione sonora e/o impianti di allarme (Tale impianto deve avere caratteristiche atte a segnalare il pericolo a tutti gli occupanti del complesso scolastico ed il suo comando deve essere posto in locale costantemente presidiato durante il funzionamento della scuola.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

L'impianto sarà alimentato in BT con sistema monofase con conduttore di protezione, la tensione nominale di alimentazione risulta pari a 400V con frequenza di 50 Hz, pertanto si definisce un sistema elettrico di categoria I con $50V < V_n < 1000V$. Il sistema elettrico realizzato sarà di tipo TT. La potenza impegnata di linea considerata è pari a 15 kW. Il contatore è installato in prossimità del muro di cinta. Le linee sono state dimensionate in modo che la caduta di tensione non superi i valori sotto indicati: - circuiti FM prese 4% - circuiti FM utilizzatori fissi 4% - circuiti luce 4% - servizi ausiliari 4%.

Gli impianti che si andranno a realizzare sono :

- Quadri elettrici generali;
- Linee dorsali e di derivazione impianti di illuminazione e forza motrice;
- Impianto luce di sicurezza e di emergenza;
- Linea alimentazione centrale antincendio;
- Collegamenti equipotenziali;
- Impianto di terra;

MISURE DI PROTEZIONE ELETTRICA

PROTEZIONE DA CONTATTI DIRETTI

Sarà realizzata con l'impiego di apparecchiature e condutture con grado di protezione IP4X, con schermi e/o barriere ove indicato.

PROTEZIONE DA CONTATTI INDIRETTI

Sarà realizzata per interruzione del circuito con collegamento a terra delle masse proprie, utilizzando dispositivi differenziali con correnti d'intervento pari a 0,03mA. Il tempo d'intervento dei dispositivi sarà istantaneo e comunque tale da garantire la selettività.

PROTEZIONE DA CORTO-CIRCUITI

La protezione dai corto circuiti sarà realizzata con dispositivi tipo interruttori magnetotermici. Gli organi di protezione saranno disposti a monte delle linee di alimentazione, e saranno alloggiati entro il quadro elettrico come illustrato negli schemi elettrici unifilari allegati alla presente relazione.

DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

La conduttura che trasporta l'elettricità viene dall'esterno e fa capo ad un contatore. L'energia elettrica sarà distribuita a partire dal quadro di contatore posto all'interno del muro perimetrale come da tavole allegate.

CANALIZZAZIONI

A meno che non si tratti di installazioni volanti, i conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette, porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc.

Negli impianti in edifici civili e similari, si devono rispettare le prescrizioni riportate qui di seguito.

Tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera, per i percorsi sotto intonaco, in materiale termoplastico serie pesante, per gli attraversamenti a pavimento. Nella realizzazione a vista le tubazioni saranno del tipo rigide autoestinguenti serie pesante diametro minimo 20 mm eseguite con curve, manicotti flessibili, raccordi, scatole di derivazione e rompitratta, supporti a collare, minuterie di fissaggio a parete.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro

del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione, impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che, nelle condizioni di installazione, non sia possibile introdurre corpi estranei; inoltre, deve risultare agevole la dispersione del calore in esse prodotto. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

I tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante.

Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili, se non a mezzo di attrezzo, posti tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni, devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

METODO DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO

Criteri utilizzati per le scelte progettuali

Per soddisfare i requisiti dell'impianto elettrico, si sono fissati questi due fondamentali obiettivi:

- la flessibilità nel tempo: la facilità d'adeguamento dell'installazione alle mutevoli esigenze abitative ed organizzative;
- la sicurezza ambientale: intesa come protezione delle persone e delle cose, che in qualche modo debbano interagire con l'ambiente in piena coerenza con la norma CEI 64-8.

Qualità e caratteristiche dei materiali utilizzati

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati sono adatti all'ambiente in cui sono installati e hanno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi sono rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Inoltre tutti i materiali ed apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio di qualità sono muniti del contrassegno IMQ.

METODO DI CALCOLO

Di seguito riportiamo i parametri e la modalità di calcolo dei circuiti e di scelta delle protezioni, in accordo a quanto previsto dalle norme CEI.

Corrente di impiego I_b

Il valore efficace della corrente di impiego, per i circuiti terminali, può essere così calcolato:

$$I_b = (K_u \cdot P) / (k \cdot V_n \cdot \cos \varphi) \text{ [A]}$$

dove:

- k è pari a 1 per circuiti monofase o a $\sqrt{3}$ per circuiti trifase
- K_u è il coefficiente di utilizzazione moltiplicativo della potenza nominale di ciascun carico e assume valori compresi tra [0..1]
- P è la potenza totale dei carichi [W]
- V_n è il valore efficace della tensione nominale del sistema [V]
- $\cos \varphi$ è il fattore di potenza.

Nel caso di circuiti di distribuzione che alimentano più circuiti derivati che potrebbero essere non tutti di tipo terminale:

$$I_b = K_C \cdot (I_{ld,1} + \dots + I_{ld,n}) \text{ [A]}$$

dove:

- K_C è il coefficiente di contemporaneità moltiplicativo dei circuiti derivati simultaneamente utilizzati - $I_{ld,j}$ è il fasore della corrente del j-mo circuito derivato.

Caduta di tensione

La caduta di tensione in un cavo può essere così calcolata: $\Delta V_c = k (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot L \cdot I_b$

$$\Delta V_c \% = \Delta V_c / V_n$$

dove:

- ΔV_c = caduta di tensione del cavo [V]
- V_n = tensione nominale [V]
- $k = 2$ per circuiti monofase, $\sqrt{3}$ per circuiti trifase - R è la resistenza specifica del cavo [Ω/m]
- X è la reattanza specifica del cavo [Ω/m]
- L è la lunghezza del cavo [m]
- I_b è la corrente di impiego [A].

-

Correnti di corto circuito

Il valore efficace della corrente di corto circuito I_{cc} nel punto di guasto può essere calcolato come: $I_{cc} = V_n / (k Z_{cc})$

dove

Z_{cc} è l'impedenza complessiva della rete a monte del punto considerato.

Sistema TT

Nel caso di un sistema di distribuzione TT, per caratterizzare la rete a monte del punto di consegna si richiedono i valori presunti della corrente di corto circuito trifase ($I_{cc,tr}$) e della corrente di corto circuito fase-neutro ($I_{cc,f-n}$) forniti dall'ente erogatore di energia elettrica. Dal valore $I_{cc,tr}$ si ricava l'impedenza totale della rete a monte del punto di consegna:

$$Z_{of} = V_n / \sqrt{3} \cdot I_{cc,tr} \text{ [\Omega]} \quad (1.6) - V_n \text{ è il valore della tensione nominale del sistema [V]}$$

dove:

La resistenza e la reattanza si ottengono per mezzo del fattore di potenza in corto circuito $\cos \varphi_{cc}$: $R_{of} = Z_{of} \cdot \cos \varphi_{cc} \text{ [\Omega]}$

$$X_{of} = Z_{of} \cdot \sin \varphi_{cc} = \sqrt{(Z_{of}^2 - R_{of}^2)} \text{ } [\Omega]$$

Di seguito è riportata la tabella in cui sono presenti i valori di $\cos \varphi_{cc}$ in funzione del valore di I_{cc} :

I_{cc} (kA)	$\cos \varphi_{cc}$
$I_{cc} \leq 1.5$	0.95
$1.5 < I_{cc} \leq 3$	0.9
$3 < I_{cc} \leq 4.5$	0.8
$4.5 < I_{cc} \leq 6$	0.7
$6 < I_{cc} \leq 10$	0.5
$10 < I_{cc} \leq 20$	0.3
$20 < I_{cc} \leq 50$	0.25
$50 < I_{cc}$	0.2

Tabella CEI EN 60947-2 Class. 17-5

Dal valore di $I_{cc,f-n}$ si ricava la somma delle impedenze di fase e di neutro a monte del punto di consegna . Tale valore è necessario per effettuare il calcolo della corrente di corto circuito in caso di guasto fase-neutro in un punto qualunque del sistema TT:

$$Z_{ofn} = V_n / \sqrt{3} \cdot I_{cc,f-n} \text{ } [\Omega]$$

Quindi si ricavano le componenti resistive e reattive:

$$R_{ofn} = Z_{ofn} \cdot \cos \varphi_{cc} \text{ } [\Omega]$$

$$X_{ofn} = Z_{ofn} \cdot \sin \varphi_{cc} = \sqrt{(Z_{of}^2 - R_{of}^2)} \text{ } [\Omega]$$

Utilizzando la formula 1.5, le correnti di corto circuito I_{cc} nel punto di

- I_{cc} trifase $I_{cc,tr} = V_n / \sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{of} + R_l)^2 + (X_{of} + X_l)^2} \text{ } [A]$
- I_{cc} fase-fase (1.13) $I_{cc,f-f} = V_n / 2 \cdot \sqrt{(R_{of} + R_l)^2 + (X_{of} + X_l)^2} \text{ } [A]$
- I_{cc} fase-neutro $I_{cc,f-n} = V_n / \sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{ofn} + R_l + R_n)^2 + (X_{ofn} + X_l + X_n)^2} \text{ } [A]$

guasto possono essere calcolate usando le seguenti formule:

dove

- R_l e X_l sono la resistenza e la reattanza totale del conduttore di fase fino al punto di guasto $[\Omega]$
- R_n e X_n sono la resistenza e la reattanza totale del conduttore di neutro fino al punto di guasto $[\Omega]$

Corrente di corto circuito massima

La corrente massima si calcola nelle condizioni che originano i valori più elevati:

- all'inizio della linea, quando l'impedenza a monte è minima;
- considerando il guasto di tutti i conduttori quando la linea è costituita da più cavi in parallelo;

La massima corrente di c.to c.to si ha per guasto trifase simmetrico $I_{CC, tr}$.

Corrente di corto circuito minima

La corrente minima si calcola nelle condizioni che originano i valori più bassi:

- in fondo alla linea quando l'impedenza a monte è massima;
- considerando guasti che riguardano un solo conduttore per più cavi in parallelo;

La corrente di c.c. minima si ha per guasto monofase $I_{CC, f-n}$ o bifase $I_{CC, f-f}$.

DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento del cavo

L'art. 25.5 della Norma CEI 64-8 definisce portata di un cavo "il massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore specificato". In base a questa definizione, si può affermare che la portata di un cavo, indicata convenzionalmente con I_z , deriva:

- dalla capacità dell'isolante a tollerare una certa temperatura;
- dai parametri che influiscono sulla produzione del calore, quali ad esempio resistività e la sezione del conduttore;
- dagli elementi che condizionano lo scambio termico tra il cavo e l'ambiente circostante.

Quindi, per un corretto dimensionamento del cavo, si devono verificare:

$$I_z \geq I_b$$

$$\Delta V_c \leq \Delta V_M$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego
- I_z la portata del cavo, cioè il valore efficace della massima corrente che vi può fluire in regime permanente

- ΔV_M è la caduta di tensione massima ammissibile per il cavo (la regola tecnica consiglia entro il 4% della tensione di alimentazione).

Dimensionamento del conduttore di neutro

Il conduttore di neutro deve avere almeno la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio.

Nei circuiti trifase i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm² se in rame oppure a 25 mm² se in alluminio, il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;

[NOTA: la corrente che fluisce nel circuito nelle condizioni di servizio ordinario deve essere praticamente equilibrata tra le fasi]

- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se in rame oppure a 25 mm² se in alluminio.

In ogni caso, il conduttore di neutro deve essere protetto contro le sovracorrenti in accordo con le prescrizioni dell'articolo 473.3.2 della norma CEI 64-8 riportate di seguito:

A. quando la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale o equivalente a quella dei conduttori di fase, non è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro né un dispositivo di interruzione sullo stesso conduttore.

B. quando la sezione del conduttore di neutro sia inferiore a quella dei conduttori di fase, è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro, adatta alla sezione di questo conduttore: questa rilevazione deve provocare l'interruzione dei conduttori di fase, ma non necessariamente quella del conduttore di neutro.

C. non è necessario tuttavia prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro se sono contemporaneamente soddisfatte le due seguenti condizioni:

- il conduttore di neutro è protetto contro i cortocircuiti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito;
- la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è chiaramente inferiore al valore della portata di questo conduttore.

Dimensionamento del conduttore di protezione

Le sezioni minime dei conduttori di protezione non devono essere inferiori ai valori in tabella; se risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio S_F [mm ²] $S_F \leq 16$	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase S_{PE} [mm ²] $S_{PE} = S_F$	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase S_{PE} [mm ²] 2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
Protezione dal sovraccarico (Norma 433.2) $16 < S_1 \leq 35$ $35 < S_1$	$S_{PE} = 16$ $S_{PE} = S_1/2$ nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	CEI 64-8/4 - $S_{PE} = 15$ $S_{PE} = S_1/2$ nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme

S_F : sezione dei conduttori di fase dell'impianto
 S_{PE} : sezione minima del corrispondente conduttore di protezione
 Per la protezione dalla correnti di sovraccarico, la norma CEI 64-8 sez.4 par. 433.2, "Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione" prevede che il dispositivo di protezione selezionato soddisfi le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego
- I_n la corrente nominale o portata del dispositivo di protezione
- I_z la corrente sopportabile in regime permanente da un determinato cavo senza superare un determinato valore di temperatura
- I_f la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione che provoca il suo intervento entro un tempo convenzionale.

Protezione dalle correnti di corto circuito (Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

Per la protezione dalle correnti di corto circuito, il dispositivo di protezione selezionato deve essere in grado di interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose. In particolare devono essere verificate le seguenti condizioni:

$$I_{ccMax} \leq P.d.i. (\#)$$

dove:

I_{ccMax} = Corrente di corto circuito massima

P.d.i. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione (I_k)
 $(I^2t) \leq K^2S^2$

dove:

- (I^2t) è l'integrale di joule per la durata del corto circuito
- K è un parametro che dipende dal tipo di conduttore e isolamento (dipende dal calore specifico medio del materiale conduttore, dalla resistività del materiale conduttore, dalla temperatura iniziale e finale del conduttore)
- S è la sezione del conduttore
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione.

La relazione (#) assicura che il dispositivo effettivamente interrompa la corrente di c.to c.to evitando conseguenze (incendio, ecc.). La condizione (1.29) assicura l'integrità del cavo oggetto del c.to c.to.

Protezione contro i contatti indiretti Sistema TT (Norma CEI 64-8/4 - 413.1.4)

Nel caso di sistema TT, la protezione dai contatti indiretti è assicurata mediante l'uso di dispositivi di interruzione differenziale e la realizzazione di un impianto di terra che soddisfino la seguente condizione:

$$I_{dn} \leq U_l/R_E$$

dove:

- R_E è pari alla resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse
- U_l è pari a 25 V per i contatti in condizioni particolari, 50 V per i contatti in condizioni ordinarie - I_{dn} è la corrente differenziale nominale d'intervento del dispositivo di protezione.

DESCRIZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO

IMPIANTO DI TERRA

Gli impianti elettrici di cui all'oggetto dovranno essere dotati di conduttori di protezione di colore giallo-verde per il collegamento elettrico a terra delle apparecchiature installate. Essi dovranno essere connessi al nodo collettore di terra del relativo quadro generale che a sua volta sarà collegato all'impianto di terra generale.

Per la realizzazione dell'impianto disperdente di terra saranno posati dei dispersori di terra ($l=1,5$ m) in numero sufficiente a garantire il valore di coordinamento ($n=4$), ai 4 angoli della scuola.

I dispersori saranno collegati tra loro con corda nuda Cu 35mm² a contatto diretto del terreno per utilizzarla come dispersore orizzontale (104 m circa).

I dispersori dovranno essere installati in pozzetti di ispezione.

dovrà essere effettuata la risalita alla copertura per il collegamento alla gabbia di Faraday

Tutte le barre equipotenziali dei quadri verranno collegate mediante corda giallo verde di sezione idonea.

Nessuna massa o massa estranea dovrà essere collegata all'impianto di terra in modo diretto e non attraverso un nodo principale o secondario.

Il nodo principale sarà quello realizzato nel quadro generale.

IMPIANTO CALDAIA

L'impianto che alimenta gli utilizzatori del vano caldaia non è stato preso in considerazione nella presente poiché la caldaia è installata in struttura separata dalla scuola ed in gestione a società esterna.

IMPIANTO SCUOLA

Il progetto dell'impianto elettrico in questione viene elaborato partendo dalla determinazione della potenza assorbibile. Allo scopo è stato effettuato un elenco degli ambienti, i relativi utilizzatori che si presume vengano scelti, nonché i corrispondenti carichi convenzionali moltiplicati per un coefficiente di contemporaneità.

L'impianto si articola su 5 quadri (vedi schema a blocchi, schemi unifilari e planimetrie):

1. QUADRO DI CONTATORE

Ubicato sul muro perimetrale lato interno in prossimità dell'ingresso, contiene l'interruttore generale e i sezionati dai quali si diramano le varie linee (scuola, caldaia, interrato)

2. QUADRO GENERALE SCUOLA

Alimentato dal Quadro di Contatore e posizionato all'interno della struttura, da esso derivano le varie linee di luci e prese della scuola

3. QUADRO PIANO INTERRATO

Alimentato dal Quadro di Contatore, si trova nell'interrato per l'alimentazione della pompa e dell'illuminazione dell'interrato stesso.

4. QUADRO CUCINA

Alimentato dal Quadro Generale della Scuola e posizionato in prossimità della cucina, alimenta tutte le utenze presenti nei locali della cucina.

5. CENTRALE DI CONTROLLO ANTINCENDIO

La centrale di allarme antincendio rappresenta, l'unità di controllo alla quale sono collegati tutti i sensori e i segnalatori dell'intero impianto: dispositivi di rivelazione incendio, pulsanti manuali di allarme, sirene antincendio, pannelli luminosi, dispositivi di segnalazione.

L'alimentazione di tali unità è a monte del dispositivo generale e apposite batterie garantiscono la continuità di funzionamento in caso di mancanza di rete.