



ENTE ATTUATORE

CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Sede legale e recapito postale:
44121 Ferrara - Via Romei 7 - C.F. 93076450381
web: www.bonificaferrara.it - e-mail: info@bonificaferrara.it
pec: posta.certificata@pec.bonificaferrara.it

aderente all'
ASSOCIAZIONE NAZIONALE CONSORZI GESTIONE E TUTELA DEL TERRITORIO E ACQUE IRRIGUE

PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE (PSR 2014 - 2020)

MISURA 19 -
Sostegno dello sviluppo locale LEADER
PIANO DI AZIONE DELLA STRATEGIA DI SVILUPPO LOCALE
PER IL DELTA EMILIANO-ROMAGNOLO
2014-2020



ECOMUSEO della Bonifica Meccanica (Ex Idroforo di Marozzo)

PROGETTO ESECUTIVO

Qualificazione degli spazi esterni a scopo didattico e ricreativo

Oggetto dell'elaborato:

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

Tav. n°



Pos. arch.

Data: 25-02-2019

Scala: -

Progetto Esecutivo :

Arch. Giampaolo Guerzoni
Via V.Strozzi 13
44049 VIGARANO MAINARDA

Aggiornamenti:

IL PROGETTISTA
(Arch. Giampaolo Guerzoni)

IL COLLABORATORE
PER IL CONSORZIO DI BONIFICA
(Geom. Luigi Marchesini)

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO
(Geom. Marco Ardizzoni)

PROG. IMPIANTI ELETTRICI
(P.I. Giuseppe Filomeno)

C.S.Progettazione.
(Arch. Renato Soldati)

File: 17100.dwg

**PROGETTAZIONE E DIMENSIONAMENTO
DELL'IMPIANTO ELETTRICO
Relazione tecnica e di calcolo**

Comune di LAGOSANTO
Località: Marozzo
Provincia di Ferrara

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 TECNICHE

D.Lgs. 4/08 n.81	TESTO UNICO sulla salute e sicurezza sul lavoro e successive modifiche e integrazioni.
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 D.L. 31/5/ 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30/7/ 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	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.
CEI 17-14	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.
CEI 23-48	Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte prescrizioni generali
CEI 23-49	Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte1: prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione e 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 31-30). Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapori o 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 64-57	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 generali. 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.F., Ente distributore di energia elettrica, Impresa telefonica, ISPESL, ASL, ecc.

PREMESSA

Contesto di riferimento

L'oggetto della presente progettazione riguarda la realizzazione del quadro elettrico generale a protezione delle linee di alimentazione del sistema di illuminazione esterno e del quadro di zona per la gestione della pompa sommersa in località Marozzo di Lagosanto strada provinciale n. 53 (ex Idrovoro).

Il progetto degli impianti elettrici concerne il bando "Misura 19 – Sostegno dello sviluppo locale LEADER PIANO DI AZIONE DELLA STRATEGIA DI SVILUPPO LOCALE PER IL DELTA EMILIANO-ROMAGNOLO 2014-2020" con il Tema "qualificazione delle aree esterne a scopo didattico e ricreativo" in località Marozzo di Lagosanto (FE).

L'intervento prevede nel dettaglio, l'esecuzione dei seguenti impianti:

- Installazione del quadro elettrico generale subito a valle del quadro museale esistente;
- Realizzazione della linea di alimentazione del cancello carrabile;
- Realizzazione della linea di alimentazione del quadro elettrico di zona a servizio di una pompa sommersa;
- Realizzazione dell'illuminazione dei percorsi didattici;
- Realizzazione dell'illuminazione architettonica della facciata del museo;
- Verifica della consistenza della linea dorsale che alimenta il quadro museale;
- Aggiunta di un lampione stradale e verifica della linea di alimentazione relativa l'illuminazione del viale.

Criteria 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 operative 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.

METODI 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:

$$I_b = (K_u \cdot P) / (k \cdot V_n \cdot \cos \phi) \quad [A] \quad (1.1)$$

dove:

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

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

$$I_b = K_c \cdot (I_{1d.1} + \dots + I_{1d.n}) \quad [A] \quad (1.2)$$

dove:

- K_c è il coefficiente di contemporaneità moltiplicativo dei circuiti derivati simultaneamente utilizzati
- I_{1dj} è il fasore della corrente del j -mo circuito derivato.

Caduta di tensione

La caduta di tensione in un cavo può essere così calcolata:

$$\Delta V_c = k (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) \cdot L \cdot I_b \quad [V] \quad (1.3)$$

$$\Delta V_c \% = \Delta V_c / V_n \quad [V] \quad (1.4)$$

dove:

- ΔV_c = caduta di tensione del cavo [V]
- V_n = tensione nominale [V]
- $k = 2$ per circuiti monofase, <3 per circuiti trifase
- R è la resistenza specifica del cavo [Wm]
- X è la reattanza specifica del cavo [Wm]
- 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:

$$I_{cc} = V_n / (k Z_{cc}) \quad [A] \quad (1.5)$$

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:

$$Z_{of} = V_n / \sqrt{3} \cdot I_{cc,tr} \quad [\Omega] \quad (1.6)$$

dove:

- V_n è il valore della tensione nominale del sistema [V]

La resistenza e la reattanza si ottengono per mezzo del fattore di potenza in corto circuito $\cos \varphi_{cc}$:

$$R_{of} = Z_{of} \cdot \cos \varphi_{cc} \quad [\Omega] \quad (1.7)$$

$$X_{of} = Z_{of} \cdot \sin \varphi_{cc} = \sqrt{(Z_{of}^2 - R_{of}^2)} \quad [\Omega] \quad (1.8)$$

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:

$$Z_{ofn} = V_n / \sqrt{3} \cdot I_{cc,f-n} \quad [\Omega] \quad (1.9)$$

Quindi si ricavano le componenti resistive e reattive:

$$R_{ofn} = Z_{ofn} \cdot \cos \varphi_{cc} \quad [\Omega] \quad (1.10)$$

$$X_{ofn} = Z_{ofn} \cdot \sin \varphi_{cc} = \sqrt{(Z_{ofn}^2 - R_{ofn}^2)} \quad [\Omega] \quad (1.11)$$

Utilizzando la formula 1.5, le correnti di corto circuito I_{cc} nel punto di guasto possono essere calcolate usando le seguenti formule:

$$\text{- } I_{cc} \text{ trifase} \quad I_{cc,tr} = V_n / \sqrt{3} \cdot \sqrt{((R_{of} + R_l)^2 + (X_{of} + X_l)^2)} \quad [A] \quad (1.12)$$

$$\text{- Icc fase-fase} \quad I_{cc,f-f} = V_n/2 \cdot \sqrt{((R_{of}+R_l)^2+(X_{of}+X_l)^2)} \quad [A] \quad (1.13)$$

$$\text{- Icc fase-neutro} \quad I_{cc,f-n} = V_n/\sqrt{3} \cdot \sqrt{((R_{ofn}+R_l+R_n)^2+(X_{ofn}+X_l+X_n)^2)} \quad [A] \quad (1.14)$$

dove

- R_l e X_l sono la resistenza e la reattanza totale del conduttore di fase fino al punto di guasto [Ω]

- R_n e X_n sono la resistenza e la reattanza totale del conduttore di neutro fino al punto di guasto [Ω]

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.to c.to 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:

$$I_z \geq I_b \quad (1.24)$$

$$\Delta V_c \leq \Delta V_M \quad (1.25)$$

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 mm^2 se in rame od a 25 mm^2 se in alluminio.

Nei circuiti trifase i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm^2 se in rame oppure a 25 mm^2 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 mm^2 se in rame oppure a 25 mm^2 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]	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase S_{PE} [mm ²]	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase S_{PE} [mm ²]
$S_F \leq 16$	$S_{PE} = S_F$	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
$16 < S_F \leq 35$	$S_{PE} = 16$	$S_{PE} = 16$
$35 < S_F$	$S_{PE} = S_F/2$ nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	$S_{PE} = S_F/2$ 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

Protezione dal sovraccarico (Norma CEI 64-8/4 - 433.2)

Per la protezione dalle 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:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1.26)$$

$$I_f \leq 1.45 I_z \quad (1.27)$$

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:

$$I_{ccMax} \leq P_{d.i.} \quad (1.28)$$

dove:

I_{ccMax} = Corrente di corto circuito massima

$P_{d.i.}$ = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione (I_k)

$$(I^2t) \leq K^2 S^2 \quad (1.29)$$

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 (1.28) 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 corto circuito.

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:

$$I_{dn} \leq U_1 / R_E \quad (1.30)$$

dove:

- R_E è pari alla resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse
- U_1 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.

DATI IMPIANTO

ALIMENTAZIONE "Allaccio ENEL"

L'alimentazione "Allaccio ENEL" è un sistema di distribuzione di tipo TT con connessione trifase e con una tensione di esercizio di 400 V; tutti i circuiti saranno di tipo radiale.

La potenza della fornitura è pari a 56.0 kW

La caduta di tensione massima calcolata è 0.98 %. (La C.d.T. massima ammessa è del 4.00%).

Correnti di corto circuito presunte nel punto di consegna	
Corrente di c.to c.to trifase	6 kA
Corrente di c.to c.to monofase	4,5 kA

Contributo dei motori alla corrente di c.to c.to	
Somma della potenza dei motori	5.0 kW
Coefficiente di contemporaneità	1.0

Carichi a valle	
Fasi	L1, L2, L3 N
Potenza attiva	56 kW
Cos Φ	0.9
Corrente I _b	89,81 A

Descrizione dei carichi elettrici e criteri di dimensionamento

Per la determinazione della potenza convenzionale di progetto e delle correnti di impiego dei vari circuiti sono state considerate le potenze assorbite dagli utilizzatori che saranno installati (dati forniti dall'utente), il tipo di alimentazione, la tensione di alimentazione, il fattore di potenza ($\cos \Phi = 0,9$ sia per i circuiti monofase che per quelli trifase).

Come fattore di riduzione per utilizzazione e di contemporaneità viene assunto un valore pari a 0,7 mentre per alcuni carichi, come quelli degli apparecchi ausiliari, sono stati considerati nel loro insieme.

Per quanto concerne le linee di alimentazione di lunghezza inferiore ai 20 metri, il calcolo delle sezioni dei conduttori è stato fatto solo considerando la portata delle condutture ed il rispetto delle sezioni minime previste dalla normativa, non tenendo conto della caduta di tensione ammissibile (4%), certamente soddisfatta.

Carichi elettrici

Descrizione	Tensione (V)	Potenza ipotizzata (KW)	Fattore di riduzione per contemporaneità	Potenza convenzionale (kW)
UtENZE quadro museale	400	45	0,7	31,5
Quadro di zona per pompa	400	5	0,7	3,5
Illuminazione esterna	230	1,2	0,7	0,8
Quadro zona ampliamento	400	6	0,5	3
TOTALE		57,2		38,8

Descrizione sommaria delle opere da realizzare

Le opere impiantistiche elettriche, previste per la realizzazione del progetto sono le seguenti:

- Installazione del quadro elettrico generale subito a valle del quadro museale esistente;
- Realizzazione della linea di alimentazione del cancello carrabile;
- Realizzazione della linea di alimentazione del quadro elettrico di zona a servizio di una pompa sommersa;
- Realizzazione dell'illuminazione dei percorsi didattici;
- Realizzazione dell'illuminazione architettonica della facciata del museo;
- Verifica della consistenza della linea dorsale che alimenta il quadro museale;
- Aggiunta di un lampione stradale e verifica della linea di alimentazione relativa l'illuminazione del viale.

Schema elettrico

Il contatore di energia, di proprietà dell'ente fornitore, è installato a parete all'esterno, in corrispondenza dell'immobile adibito ad uso abitativo riportato in pianta. A valle dello stesso è esistente un quadro elettrico di consegna energia contenente l'interruttore generale a protezione della linea dorsale del quadro museale.

La linea dorsale di alimentazione esistente è costituita da un cavo unipolare del tipo FG7-OR, in tubazione interrata, fino a raggiungere il quadro elettrico generale museale, installato all'interno del museo, formazione 4x1x16 mm², posa interrata.

Subito a valle del quadro museale verrà derivata l'alimentazione del quadro generale (QG) e da questo si dirameranno tutte le linee di alimentazione dell'impianto in progetto come indicato sopra.

Sarà installato, in posto segnalato, il comando di emergenza realizzato conformemente alle norme CEI 64-8/7, sezione 752, atto a porre fuori tensione l'intero impianto elettrico. Il comando di emergenza sarà costituito da un sistema a lancio di corrente, con dispositivo di controllo permanente dell'efficienza del circuito di sgancio, pulsante posto entro apposita cassetta con vetro frangibile e cavo di collegamento fino alla bobina di sgancio associata all'interruttore generale.

E' prevista la selettività di impianto per quanto riguarda le protezioni magnetotermiche e per quelle differenziali. La selettività sarà totale in tutti i casi in cui un eventuale intervento non selettivo determinasse inammissibili fuori servizio.

Accanto al quadro museale verrà installato un nuovo quadro elettrico a cui faranno capo i vari circuiti del nuovo impianto.

Lo schema elettrico e la configurazione del quadro sono indicate nelle tavole di progetto allegate.

L'impianto è suddiviso in diversi circuiti attestati al quadro generale come indicato nello schema unifilare.

La distribuzione dal quadro generale si svilupperà nelle polifere esistenti ovvero di nuova realizzazione i cui tracciati sono riportati nelle piante allegate.

La filosofia distributiva sarà quella di semplice radiale con sezioni separate fino alle varie utenze.

I cavi impiegati, tutti con conduttori in rame, saranno dei seguenti tipi:

- Cavo **FG16R16- 0,6/1 kV** per la distribuzione, negli ambienti tecnologici o impianti interrati per illuminazione esterna e cavi con posa a vista sulle travi.
- Cavo **FS 17 non propaganti l'incendio** per la distribuzione terminale posati entro strutture incombustibili o nei locali tecnologici con protezione adeguata.

I conduttori appartenenti a sistemi di categoria diversa come i conduttori di segnalazione e comando previsti con posa a segregazione separata i cavi per gli impianti speciali (Telefonia- Citofonia), saranno quelli armonizzati dalla normativa e confacenti alle diverse tipologie impiantistiche utilizzate.

Distribuzione in BT

Gli impianti di distribuzione primaria avranno origine dal quadro generale di bassa tensione

La distribuzione sarà organizzata predisponendo:

Linee per energia FM;

Linee per impianto di illuminazione

Linee per impianti tecnologici

Linee dorsali per l'alimentazione del quadro di zona.

Saranno impiegati conduttori tipo FG16R16 0,6/1kV per i percorsi in canale a vista o tubazioni interrate (di nuova realizzazione); cavo tipo FS17 per i percorsi entro tubazioni a vista o incassate.

Illuminazione

Saranno installati quattro proiettori (due per lato) per illuminare la facciata del museo. La dislocazione è riportata negli elaborati di progetto.

I due proiettori (potenza installata 0,5k W) saranno alimentati dal nuovo quadro installato all'interno del museo.

I proiettori installati a circa 40m forniranno un illuminamento in facciata di 45 lux.

L'accensione dei proiettori sarà effettuata a mezzo di interruttore orario di tipo astronomico, con quadrante giornaliero modulare e componibile con gli apparecchi montati nel quadro elettrico.

Lungo i percorsi tematici saranno previsti faretti da incasso; la tipologia degli apparecchi da impiegare è riportata nelle tavole di progetto, le caratteristiche dei medesimi sono indicate nelle specifiche tecniche

Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 art. 433.

In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

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

norme CEI 64-8, art. 434.4.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica $I^2 t$, lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata, senza danno, dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Impianto di terra ed equipotenzialità

L'impianto di terra sarà conforme alle indicazioni delle norme CEI 648. All'impianto unico di dispersione faranno capo i conduttori di protezione provenienti dalle varie parti e sezioni d'impianto ed i conduttori utilizzati per l'equipotenzializzazione delle varie masse metalliche. Tutti i conduttori e gli impianti relativi saranno realizzati in maniera conforme alla normativa vigente al momento dell'installazione.

Il dispersore di terra generale è costituito un elemento metallico infisso nel terreno e collegato con il nodo principale a cui saranno attestati tutti i conduttori PE ed equipotenziali.

Conduttori di terra

L'impianto avrà il proprio collettore di terra principale posto all'interno del quadro generale di attività (QG).

Il collegamento tra la rete disperdente e il sistema di conduttori di protezione e relativi nodi di terra sarà realizzato con conduttori di terra conformi a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8/5 al punto 542.3; saranno impiegati conduttori isolati di sezione non inferiore a quella dei conduttori di protezione (in accordo alla tab. 54A della norma suddetta).

I conduttori di terra saranno sempre protetti meccanicamente impiegando tubi in PVC flessibili nei tratti interrati e canalette portacavi (le stesse dei cavi di energia) nei tratti interni.

Il collegamento dei conduttori di terra ai dispersori sarà realizzato in modo accurato ed elettricamente soddisfacente; dovrà essere curata in modo particolare la coppia di serraggio dei morsetti; sulla bulloneria sarà utile un sottile strato di grasso al fine di migliorarne la conservazione.

Conduttori di protezione

In generale per il dimensionamento dei conduttori di protezione delle diverse utenze in bassa tensione derivate ai quadri di distribuzione saranno applicate le relazioni di cui alla tab. 54F della norma CEI 64-8/5 per cui essi avranno la stessa sezione del conduttore di fase se questa è inferiore o uguale a 6 mmq o una sezione almeno metà di quella di fase negli altri casi.

La sezione dei conduttori non facenti parte della stessa condotta di alimentazione avranno sezione non inferiore 2,5 mmq se protetti meccanicamente o 4 mmq se non protetti meccanicamente.

I conduttori di protezione dovranno sempre essere protetti contro il danneggiamento meccanico e chimico e contro le sollecitazioni elettrodinamiche.

Le connessioni dei conduttori di protezione dovranno sempre essere accessibili per ispezioni o prove.

Sarà previsto un conduttore di protezione per ogni linea di distribuzione primaria, ossia ciascuna linea di alimentazione di quadro elettrico avrà anche il proprio conduttore di protezione.

I conduttori di protezione relativi ai diversi utilizzatori (motori elettrici, impianti luce e prese FM) saranno derivati alle barre di terra dei rispettivi quadri di distribuzione mediante conduttori facenti parte del cavo di alimentazione.

Qualità e caratteristiche dei materiali

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere 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 devono essere rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Manutenzione

Al fine di garantire che l'impianto sia sempre funzionante è necessario definire un adeguato sistema di manutenzione, che sarà costituito da prove di routine e fornito, al termine dei lavori dalla ditta esecutrice.