

COMUNE DI SESTO SAN GIOVANNI (MI)

INTERVENTO DI RIFACIMENTO DELLE COPERTURE, RIPRISTINO DELLE FACCIATE E DELLE SUPERFICI ESTERNE, PROTEZIONE ALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI E RIFACIMENTO DELLE SOPRASTANTI PAVIMENTAZIONI DI UNA PORZIONE DELLE GALLERIE DEL CIMITERO MONUMENTALE DI SESTO SAN GIOVANNI .

PROGETTO ESECUTIVO

data
luglio 2026

Responsabile Unico del Progetto: Ing. Alessandro Castelli

aggiornamento

Progettisti:



SPADA e ASSOCIATI srl

Sede legale: via Padre Vicinio da Sarsina 42, Cesena

Sede operativa: via Carlo Cattaneo 26, Monza

Mail: progettazione@spadaeassociati.eu

Pec: spadaeassociati@pec.it

Arch. Marco Spada, Ordine degli Architetti PPC di Milano n. 17112

Consulenti:



Progetto strutturale
Coordinamento sicurezza



Progetto impianti elettrici

Arch. Anja Visini

Rilievi e restituzioni grafiche

Dott. Andrea Monti

Progetto di restauro

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI.
RELAZIONE TECNICA.

R.E.01

Art. 1 - Scopo dell'intervento

Il presente progetto ha per scopo la progettazione per la realizzazione dell'impianto di illuminazione ordinaria, illuminazione di sicurezza, forza motrice e linee di alimentazione illuminazione votiva galleria A-H-S-T piano interrato e rialzato, all'interno del cimitero monumentale di Sesto San Giovanni (MI);

Art. 2 – Elenco sommario opere

Modifica/ampliamento quadro elettrico generale
Modifica/ampliamento quadro elettrico generale illuminazione votiva
Quadro elettrico galleria A-H-S-T
Quadro elettrico illuminazione votiva galleria A piano interrato
Quadro elettrico illuminazione votiva galleria H piano interrato
Quadro elettrico illuminazione votiva galleria S piano interrato
Quadro elettrico illuminazione votiva galleria T piano interrato
Quadro elettrico illuminazione votiva galleria A piano rialzato
Quadro elettrico illuminazione votiva galleria H piano rialzato
Quadro elettrico illuminazione votiva galleria S piano rialzato
Quadro elettrico illuminazione votiva galleria T piano rialzato
Illuminazione ordinaria e di sicurezza galleria A-H-S-T piano rialzato e piano interrato
Forza motrice galleria A-H-S-T piano rialzato e piano interrato
Campanelle segnalazione chiusura cimitero piano rialzato e piano interrato

Art. 2 – Esclusioni

- Linea di alimentazione quadro elettrico galleria A-H-S-T, in quanto esistente
- Linea di alimentazione principale quadri elettrici illuminazione votiva galleria A-H-S-T, in quanto esistente
- Cavi di collegamento e relativo cablaggio tra la cassetta di derivazione di zona e i singoli portalampada installati sulle lastre di marmo
- Lampadine votive

Art. 3 - Classificazione degli ambienti

Gli ambienti sono di tipo ordinario; nei vari corpi verranno previsti impianti con protezione minima IP40; nei corpi non riscaldati, gli impianti verranno trattati come impianti all'aperto in quanto la temperatura nel periodo invernale è al di sotto di 0°.

Art. 4 - Quadro normativo

Tutti gli impianti descritti nel presente capitolato dovranno essere realizzati a perfetta regola d'arte, sia per quanto riguarda le modalità di installazione, che per la qualità e le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali che verranno impiegati.

In particolare, dovranno essere osservate le leggi e norme seguenti:

- Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro - D. Lgs. n. 81 del 09/04/2008;
- Norme in vigore del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano); in particolare la Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V";
- Eventuali progetti e Norme CEI, se citati nel presente testo;
- Prescrizione dell'Ente erogatore di energia elettrica competente per la zona;
- Prescrizione delle competenti Autorità Comunali e Regionali;
- Prescrizione UTIF e norme relative alla contabilizzazione dell'energia elettrica;

- Norme e tabelle UNI e UNEL relativi a materiali, impianti e componenti unificati, i criteri di progetto e le modalità di esecuzione e di collaudo;
- Ogni altra Norma, prescrizione e raccomandazione applicabile agli impianti in oggetto del presente Capitolato, sia essa esplicitamente menzionata che implicita.
- Regolamento prodotti da costruzione (CPR) – Norma EN50575
- Decreto ministeriale 24 novembre 2025 parte integrante del “Piano d’azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione”

Il rispetto delle sopra indicate Norme è da intendersi nel senso più restrittivo; ad esse dovranno rispondere pienamente sia l'impianto nel suo complesso che ogni singolo componente.

Tutti i materiali impiegati nell'impianto dovranno essere conformi a quanto indicato nelle specifiche relative e provvisti del Marchio IMQ (per tutti quelli sottoposti a tale regime).

Essi dovranno essere, per qualità e provenienza, di primaria casa produttrice e, comunque, tra quanto di meglio il mercato possa offrire. Tutti i materiali dovranno essere nuovi di produzione.

Particolare riguardo dovrà essere posto nella scelta e nell'installazione delle apparecchiature, al fine di ottenere un'agevole manutenzione, a salvaguardia della continuità del servizio.

Si riporta l'estratto dell'articolo 2.3.4 del decreto ministeriale 24 novembre 2025 per quanto concerne gli impianti di illuminazione per interni:

Indicazioni al progettista

Questo criterio si applica a interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e agli interventi di ristrutturazione edilizia, restauro, risanamento conservativo. Si applica, inoltre, agli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, qualora questi comprendano interventi di sostituzione di sistemi e apparecchiature relative agli impianti di illuminazione per interni.

Criterio

Il progetto deve prevedere impianti d'illuminazione, conformi alla norma UNI EN 12464-1, con le seguenti caratteristiche:

- dotati di sistemi di gestione degli apparecchi di illuminazione in grado di effettuare accensione, spegnimento e regolazione elettronica (dimmerazione) in modo automatico su base oraria e sulla base degli eventuali apporti luminosi naturali che permettano il raggiungimento della classe B delle funzioni di controllo relative al sistema tecnico dell'illuminazione della norma UNI EN ISO 52120-1). La regolazione di tali sistemi si basa su principi di rilevazione dello stato di occupazione delle aree, livello di illuminamento medio esistente e fascia oraria. Tali requisiti devono essere garantiti per edifici ad uso non residenziale e per edifici ad uso residenziale limitatamente alle aree comuni;
- Le sorgenti luminose LED per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici devono avere una durata minima di 50.000h L90B10 (ovvero: a 50.000h il 90% dei diodi LED componenti la sorgente ha un decadimento di flusso inferiore al 10%).

Art. 5 - Opere da eseguire

Art. 5.1 - Punti di consegna energia elettrica

Gli impianti avranno origine dai due punti di seguito elencati:

- Quadro elettrico generale
- Quadro elettrico generale illuminazione votiva

Dati dell'alimentazione elettrica (quadro elettrico generale)

- Alimentazione Fornitura : Bassa tensione
- Punto di consegna : morsetti contatore energia elettrica
- Tensione nominale e max. variazione : 400 V $\pm$ 10 %
- Frequenza nominale e max. variazione : 50 Hz $\pm$ 10 %
- Icc nel punto di consegna (contatore) : 10 kA per circuiti trifasi – 6kA per circuiti monofasi lcs – EN 60947

- Stato del neutro : accessibile
- Sistema di distribuzione : TT

Dati dell'alimentazione elettrica (quadro elettrico generale illuminazione votiva)

- Alimentazione Fornitura : Bassa tensione
- Punto di consegna : morsetti contatore energia elettrica
- Tensione nominale e max. variazione : $400\text{ V} \pm 10\%$
- Frequenza nominale e max. variazione : $50\text{ Hz} \pm 10\%$
- Icc nel punto di consegna (contatore) : 10 kA per circuiti trifasi – 6kA per circuiti monofasi lcs – EN 60947
- Stato del neutro : accessibile
- Sistema di distribuzione : TT

Massime cadute di tensioni ammesse

- motori a pieno carico : 4 %
- motori in avviamento : 12 %
- illuminazione : 5 %
- prese a spina : 4 %
- illuminazione votiva : 10 %; l'attuale illuminazione votiva è realizzata con lampadine a led con attacco E10, di potenza 0,5W e tensione di alimentazione 24V; dette lampadine Funzionano fino ad una tensione di 12V; ciò vuol dire che è possibile avere anche una caduta di tensione 50% senza avere malfunzionamenti; in fase progettuale, come è possibile riscontrare dai calcoli dimensionali allegati, si è mantenuta la caduta di tensione al di sotto del 15%.

Art. 5.2 - Canalizzazioni e vie cavi

Dovranno essere posate canalizzazioni e vie cavi suddivise secondo il grado di protezione minimo richiesto dalla Norma CEI 64-8; si riportano le varie tipologie previste nel presente intervento.

Tipologia 1: Tubazioni in pvc tipo RK15 posate a vista dove non esposte alle intemperie ed ai raggi solari
 Tipologia 2: Tubazioni in Ac/Zn posate a vista

Art. 5.3 - Linee elettriche di distribuzione

Le linee dovranno essere essenzialmente composte da conduttori di tipo non propagante l'incendio di sezione consona all'utilizzo per cui sono destinate.

Le linee elettriche dovranno essere posate entro le vie cavi, descritte nel precedente punto, consone all'utilizzo della struttura.

Le derivazioni degli impianti dovranno avvenire entro cassette di derivazione con pareti lisce da parete, con grado di protezione IP56, complete di pressacavi IP67 o raccordi scatola/tubo e tappi coprivite per il ripristino della protezione IP originaria; la giunzione dei circuiti ordinari dovrà essere garantita da appositi morsetti tipo forbox o equivalenti con particolari accorgimenti onde poter evitare la tranciatura dei conduttori;

Sul coperchio di ogni singola cassetta di derivazione, dovrà essere posta una etichetta in polipropilene con l'indicazione del tipo di impianto e l'identificazione del circuito.

All'interno dei canali/passarelle portacavi e dei pozzetti, i cavi dovranno essere identificati a mezzo di cartellino stampato con stampante; non saranno ammesse scritte sui cavi; inoltre non saranno ammesse diciture quali (luce locale sx, etc, ma dovrà essere indicato solamente il numero di circuito desunto dallo schema elettrico di appartenenza.

Le etichette dovranno essere in materiale PVC di colore giallo e dovranno essere pre-forate per il fissaggio al cavo tramite fascetta; dimensioni 13x57mm. e 15x95mm.

I cavi dovranno avere le anime di colore conforme alle tabelle UNEL ed in particolare dovranno essere rispettati i seguenti colori:

- Conduttore di fase: Nero, Marrone, Grigio
- Conduttore di neutro: Blu chiaro

- Conduttore di protezione: Giallo – verde
- Conduttore positivo (+): Rosso
- Conduttore negativo (-): Nero

I medesimi colori distintivi dovranno essere riservati per i singoli conduttori facenti parte della circuitazione principale e delle derivazioni.

Dovranno essere utilizzati cavi tipo FS17 e FG16OR16; detti cavi sono conformi ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

Art. 5.4 – Modifica/ampliamento quadro elettrico generale

All'interno del quadro elettrico generale esistente verrà sostituito l'attuale interruttore di protezione della linea di alimentazione del quadro elettrico galleria A-H-S-T; il nuovo interruttore sarà di tipo magnetotermico e differenziale 4x16A p.i. 10kA Ics – Id=500mA classe A tipo istantaneo; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato E.09

Art. 5.5 – Modifica/ampliamento quadro elettrico generale illuminazione votiva

All'interno del quadro elettrico generale illuminazione votiva verrà sostituito l'attuale interruttore di protezione della linea di alimentazione dei quadri elettrici illuminazione votiva galleria A-H-S-T; il nuovo interruttore sarà di tipo magnetotermico e differenziale 4x20A p.i. 10kA Ics – Id=500mA classe A tipo istantaneo; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato E.10

Art. 5.6 – Quadro elettrico galleria A-H-S-T

Viene previsto lo smantellamento dei quattro quadri elettrici esistenti presenti all'inizio della galleria S/T sia a piano rialzato che a piano interrato; in sostituzione dei quadri elettrici esistenti viene prevista l'installazione di un unico quadro elettrico a cui faranno capo i circuiti sotto elencati a servizio della galleria A-H-S-T del piano rialzato e del piano interrato:

- Illuminazione ordinaria e di sicurezza galleria A piano interrato
- Illuminazione ordinaria e di sicurezza galleria H piano interrato
- Illuminazione ordinaria e di sicurezza galleria S piano interrato
- Illuminazione ordinaria e di sicurezza galleria T piano interrato
- Illuminazione ordinaria e di sicurezza galleria A piano rialzato
- Illuminazione ordinaria e di sicurezza galleria H piano rialzato
- Illuminazione ordinaria e di sicurezza galleria S piano rialzato
- Illuminazione ordinaria e di sicurezza galleria T piano rialzato
- Forza motrice galleria A piano interrato
- Forza motrice galleria H piano interrato
- Forza motrice galleria S piano interrato
- Forza motrice galleria T piano interrato
- Forza motrice galleria A piano rialzato
- Forza motrice galleria H piano rialzato
- Forza motrice galleria S piano rialzato
- Forza motrice galleria T piano rialzato

per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato E.11

Art. 5.7 – Quadri elettrici illuminazione votiva galleria

Viene previsto lo smantellamento dei quadri elettrici di illuminazione votiva della galleria A-H-S-T sia a piano rialzato che a piano interrato in quanto alcuni risultano aperti con parti attive a vista, altri con sportelli rotti e comunque nessuno risulta conforme alle norme tecniche vigenti.

I nuovi quadri elettrici saranno dotati di estrattore d'aria comandato da termostato interno per mantenere una temperatura idonea all'interno del quadro elettrico stesso, vista la presenza del trasformatore/trasformatori

per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato E.12/E.13/E.14/E.15/E.16/E.17/E.18/E.19

Art. 5.8 – Impianto illuminazione ordinaria

Viene prevista l'installazione di un nuovo impianto di illuminazione ordinaria con apparecchi illuminanti installati a plafone

I nuovi apparecchi avranno le seguenti caratteristiche

Corpo in polycarbonato antiurto, autoestinguente V2.
Piastra in lamiera d'acciaio, su cui sono montati i componenti di cablaggio,
Verniciata con polveri epossipoliestere SOLVENT FREE di colore bianco semilucido, termoisolanti a 180°C, con pretrattamento superficiale di fosfatazione.
Estremità composte da ghiera filettata in alluminio anodizzato con guarnizione in gomma siliconica a protezione stagna del corpo apparecchio.
Cavo di alimentazione in dotazione
Pressacavo: PG 9 in ottone nickelato
Emissione luminosa Diretta Simmetrica
Diffusore in polycarbonato opale
Sorgente luminosa CRI > 80
Temperatura di colore 3000K
Flusso luminoso 4109
Potenza apparecchio 31,2W
Tolleranza colore: 3 Step MacAdam
Durata utile 80000 ore L80B20 (dato che il tipo di ambiente non rientra tra quelli richiamati dal decreto ministeriale 24 novembre 2025, la durata utile prescritta dal decreto ministeriale non verrà rispettata)
Cablaggio Classe I
Alimentazione 220~240V / 50-60 Hz
Grado di protezione: IP65
Dimensioni L1212 - D70mm
Driver DALI
Normative EN 60598-1, EN 60598-2-1
Sicurezza fotobiologica EN 62471, IEC/TR 62778
Direttive 2014/35/UE, 2014/30/UE
Metalmecc codice 7512PWW1212DDO o equivalente

Per maggiori dettagli si rimanda ai calcoli illuminotecnici, elaborato E.22

Nei pressi delle scale di accesso alle gallerie, viene prevista l'installazione di apparecchi illuminanti tipo proiettore con installazione a parete, avente le seguenti caratteristiche:

Corpo in alluminio pressofuso EN AB - 46100
Colore Grigio RAL 9006
Lavorazione Anodizzazione poro aperto + Verniciatura a polvere
Finitura diffusore Vetro extra chiaro - Temprato
Colore Trasparente
Finitura staffa Acciaio AISI 304, Colore Text black RAL9005, Lavorazione Verniciatura a polvere termoisolante
Optica wide flood
Sorgente luminosa CRI > 80
Temperatura di colore 3000K
Flusso luminoso 5230
Potenza apparecchio 48W
Cablaggio Classe I
Alimentazione 220~240V / 50-60 Hz
Grado di protezione: IP66
Resistenza agli urti: IK 08
Cavo in dotazione
Dimensioni L158 - P155 H232mm
Driver DALI
Normative EN 60598-1, EN 60598-2-1
Sicurezza fotobiologica EN 62471, IEC/TR 62778
Direttive 2014/35/UE, 2014/30/UE
Linealight codice C00859GGWWF o equivalente

Art. 5.9 – Impianto illuminazione di sicurezza

Alcuni degli apparecchi illuminanti utilizzati per l'illuminazione ordinaria saranno dotati di batteria tampone per il funzionamento anche in assenza di alimentazione ordinaria, in conformità alla norma UNI 1838.

Art. 5.10 – Gestione illuminazione

Viene prevista la seguente gestione dell'illuminazione:

PIANO TERRA

Durante le ore di apertura del cimitero, fatto salvo quanto riportato al punto successivo, gli apparecchi illuminanti rimarranno spenti.

Dall'imbrunire (indicativamente mezz'ora prima dalla chiusura invernale del cimitero), l'orologio astronomico installato nel quadro elettrico galleria A-H-S-T, invierà agli apparecchi illuminanti tramite l'interfaccia pulsanti, il comando di accensione al 100%

Dall'orario di chiusura fino all'alba del giorno dopo, l'orologio astronomico installato nel quadro elettrico galleria A-H-S-T, invierà agli apparecchi illuminanti tramite l'interfaccia pulsanti, il comando di accensione al 10%, per non spegnere completamente l'illuminazione, al fine di utilizzarla come deterrente contro atti di vandalismo

PIANO INTERRATO

Durante le ore di apertura del cimitero, fatto salvo quanto riportato al punto successivo, gli apparecchi illuminanti si attiveranno automaticamente tramite i sensori di presenza installati lungo i corridoi.

Dall'orario di chiusura fino all'alba del giorno dopo, l'orologio astronomico installato nel quadro elettrico galleria A-H-S-T, invierà agli apparecchi illuminanti tramite l'interfaccia pulsanti, il comando di accensione al 10%, per non spegnere completamente l'illuminazione, al fine di utilizzarla come deterrente contro atti di vandalismo

Art. 5.11 – Forza motrice

L'impianto di forza motrice sarà essenzialmente composto da prese UNEL installate lungo i corridoi, all'interno di scatole portafrutti da parete IP40

Art. 5.12 – Linee illuminazione votiva

Si prevedono le seguenti opere a servizio dell'illuminazione votiva:

- Posa nuove linee di alimentazione principali in sostituzione di quelle esistenti
- Posa nuove cassette di derivazione nei pressi di ogni blocco ossari/colombari in sostituzione di quelle esistenti
- Installazione di pressacavi multiforo per l'ingresso nella cassetta di derivazione dei cavi esistenti provenienti dai portalamпада di illuminazione votiva

Art. 5.13 – Campanelle segnalazione chiusura cimitero

All'esterno del quadro elettrico di illuminazione votiva piano rialzato galleria A-H-S-T verrà prevista l'installazione di una campanella per la segnalazione della chiusura del cimitero; l'attivazione avverrà tramite l'orologio installato all'interno del singolo quadro elettrico di illuminazione votiva

Art. 5.14 – Impianto di terra

L'impianto di terra è esistente; i conduttori di protezione hanno già origine dal quadro elettrico generale e dal quadro elettrico generale illuminazione votiva.

Art. 5.15 – Smantellamenti

Viene previsto lo smantellamento dei seguenti impianti/apparecchiature esistenti:

- Cavi
- Tubazioni
- Apparecchi illuminanti
- Prese

- Cassette di derivazione
- Quadri elettrici

Art. 7 - Dichiarazione di conformità

Al termine dei lavori, oltre alle verifiche relative alla consegna degli impianti, dovranno essere effettuate tutte le misure, le prove, gli esami a vista e di calcoli previsti dalla Norma CEI 64-8/6.

L'esito delle verifiche dovrà esser incluso nella dichiarazione di conformità come allegato facoltativo. La dichiarazione di conformità dovrà essere conforme al Decreto n° 37 del 22 gennaio 2008 (*GU n. 61 del 12-3-2008*) e dovranno essere attuate tutte le richieste di detto decreto. Dovranno essere allegati alla dichiarazione di conformità i disegni planimetrici e gli schemi AS-BUILT sia in formato cartaceo che elettronico. Le planimetrie dovranno riportare oltre al posizionamento delle apparecchiature, anche il percorso dei cavi/tubazioni. Dovranno essere inoltre allegati alla dichiarazione di conformità manuali di installazione e manutenzione e degli eventuali certificati di garanzia di tutti gli apparecchi installati.

Art. 8 – Specifiche tecniche

Protezione contro i sovraccarichi

La protezione contro i sovraccarichi sarà generalmente ottenuta con relè termici che saranno in grado di aprire il circuito entro i tempi previsti e di sopportare senza danni le correnti di corto circuito. Vedi Norme CEI 64-8 sez. 433.

In particolare, devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

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

dove:

I_b = corrente di impiego della conduttura

I_z = portata della conduttura

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

A-Per i fusibili, essendo $I_f = 1.6 I_n$, le condizioni sono soddisfatte per $I_b \leq I_n \leq 0.906 I_z$

B-Per apparecchi automatici a norma CEI 23-3, essendo $I_f = 1,45 I_n$, le condizioni sono soddisfatte per $I_b \leq I_n \leq I_z$

La protezione contro i sovraccarichi nell'impianto elettrico in oggetto è stata di volta in volta verificata.

Protezione contro i corti circuiti

Tutti i circuiti e le derivazioni saranno protetti contro i corti circuiti ad eccezione di:

- collegamenti fra generatori, accumulatori, raddrizzatori ai propri quadri
- tratti di conduttori di lunghezza non superiore a 3 m realizzati in modo da evitare le possibilità di c.to. c.to (doppio isolamento, isolamento rinforzato etc.)

La protezione contro i corti circuiti sarà affidata secondo le prescrizioni del progetto a relè magnetici o a valvole fusibili.

Essi dovranno sopportare le correnti di corto circuito nel punto del circuito in cui sono installati ed essere in grado di interrompere la corrente senza danni.

Vedi Norme CEI 64-8 sez. 434.

La protezione contro i corti circuiti nell'impianto elettrico in oggetto è stata di volta in volta verificata.

Coordinamento delle protezioni

Le protezioni di massima corrente in serie saranno verificate fra di loro affinché il loro intervento assicuri la selettività e provochi l'apertura delle sole parti di impianto soggette a guasti.

Salvo diverse indicazioni di progetto non sono ammesse protezioni di backup con delega agli interruttori generali di aprire le maggiori correnti di corto circuito.

Inoltre, saranno verificate nei riguardi del coordinamento delle protezioni le sezioni dei conduttori costituenti tutti i circuiti degli impianti.

Le sezioni saranno verificate con la formula:

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

dove:

S è la sezione del conduttore in mmq

I è la corrente di corto circuito in Ampere

t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione in secondi (< 5 sec)

k = 115 per conduttori in rame isolati in PVC

= 135 per conduttori in rame isolati in gomma

Le sezioni dei circuiti saranno verificate anche per il valore minimo della corrente di corto circuito all'estremità più lontana dal dispositivo di protezione in conformità alla relazione

$$I_{\text{Magnetica}}(\text{interruttore}) \leq I_{cc \text{ min}}$$

Il coordinamento nell'impianto elettrico in oggetto è stato di volta in volta verificato.

Caduta di tensione

La caduta di tensione sarà mantenuta entro i limiti previsti dalle norme CEI, utilizzando per il calcolo la formula prevista

$$C.d.t. = K \times L \times I \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

In particolare, sarà garantita una caduta di tensione inferiore al 4% anche quando sono inseriti tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare simultaneamente.

Il valore di caduta di tensione nell'impianto elettrico in oggetto è stato di volta in volta verificato.

Distribuzione elettrica

Le dimensioni delle cassette/ box consentiranno un agevole smistamento dei conduttori ed il contenimento dei morsetti isolati per le giunzioni.

Il numero e la posizione delle cassette saranno tali da rendere facilmente sfilabili i conduttori delle canalizzazioni. A titolo esemplificativo è riportata una tabella riferita al massimo di cavi unipolari che si possono infilare in tubi di diverso diametro.

TABELLA XX -

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI INTRODURRE NEI TUBI PROTETTIVI

Diametro esterno (mm)	Diametro interno (mm)	Sezione dei conduttori (mmq.)						
		(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
16	10,7	(4)	4	2				
20	14,1	(9)	7	4	4	2		
25	18,3	(12)	9	7	7	4	2	
32	24,3			12	9	7	7	3

Nota: i numeri tra parentesi riguardano i cavi dei circuiti di comando e segnalazione.

Qualità dei materiali e luoghi di installazione

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 relative Norme CEI, alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ed alla Legge 791/77, devono inoltre possedere il riconoscimento dell'Istituto del Marchio di Qualità o di altre istituzioni equivalenti e riconosciute.

È raccomandata, nella scelta dei materiali, la preferenza di prodotti nazionali.

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

Controlli e verifiche

Le norme CEI richiedono per gli impianti elettrici dei controlli di rispondenza prima della loro messa in funzione e dei controlli periodici per riscontrare la loro funzionalità nel tempo.

Come già indicato al termine dei lavori occorrerà realizzare una misura della resistenza di terra e verificarne il coordinamento con i dispositivi di interruzione automatica del circuito

$(R_t \times I_{5s} < 50)$.

L'installatore al termine dei lavori e prima della messa in funzione dell'impianto provvederà al controllo dell'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità eseguendo le verifiche richieste dalle norme e dalle disposizioni di legge (CEI 64-8).

Esame a vista

Rispondenza dell'impianto agli schemi ed elaborati tecnici;

Controllo preliminare dei sistemi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti;

Controllo dell'idoneità dei componenti, delle modalità di installazione e d'uso;

Controllo delle caratteristiche di installazione delle condutture:

- tracciati delle condutture
- sfilabilità dei conduttori
- calibrazione interna dei tubi
- grado di isolamento dei conduttori
- separazione delle condutture di sistemi diversi o a circuiti di sicurezza
- sezioni minime dei conduttori
- corretto uso dei colori di identificazione
- verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando

Misure e prove

Misura della caduta di tensione

Misura della resistenza di isolamento

Prova della continuità dei circuiti di protezione

Misura della resistenza di terra o della resistenza dell'anello di guasto

Prova dell'efficienza dei dispositivi differenziali

Calcoli di controllo

- Determinazione delle correnti di impiego dei circuiti principali
- Controllo del coordinamento fra **I_b**, **I_n**, **I_z**
- Coordinamento fra correnti di corto circuito, dispositivi di protezione e condutture
- Controllo del grado di selettività dei dispositivi di protezione

Manutenzione e verifiche periodiche

Gli interventi da effettuare con cadenza periodica si possono riassumere in:

- manutenzione **ordinaria** per la quale non è necessaria la "Dichiarazione di conformità" (per esempio la sostituzione di lampade)
- manutenzione di tipo **straordinaria** dove l'impresa esecutrice deve possedere i requisiti previsti dal decreto 37/2008 e rilasciare la "Dichiarazione di conformità" (ad esempio modifiche od integrazioni dell'impianto)
- verifiche periodiche che saranno: verifica dell'efficienza degli interruttori differenziali, da effettuarsi con cadenza annuale mediante apposito strumento che misura il tempo di intervento degli interruttori; misura della resistenza dell'anello di guasto, della continuità dei conduttori di protezione e dell'isolamento dei conduttori, da effettuarsi con cadenza biennale.

La relazione delle verifiche periodiche dovrà essere conservata con la documentazione tecnica dell'immobile e resa disponibile per verifiche da parte delle autorità preposte.

Varie

Le normative emesse successivamente a alla data del presente documento, dovranno essere utilizzate per quanto applicabile al presente Appalto.

La rispondenza degli impianti alle norme sopra indicate dovrà essere intesa nel senso più restrittivo e cioè non solo l'esecuzione dell'impianto dovrà essere rispondente alle norme ma, anche ogni singolo componente.

Tutti i materiali previsti dovranno essere muniti del marchio di identificazione e del marchio IMQ; in ogni caso dovranno risultare costruiti e collaudati secondo le relative norme CEI che, data la loro moltitudine, non sono qui elencate.

Il tutto dovrà essere eseguito nel rispetto delle prescrizioni tecniche per l'esecuzione degli impianti elettrici alla regola dell'arte. L'impianto dovrà essere eseguito da installatore qualificato che rilascerà apposita Dichiarazione di Conformità alla regola dell'arte.

Le forme e le principali dimensioni delle opere da realizzate, risultano dai disegni allegati, salvo quanto eventualmente precisato e dichiarato all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.