



DIOCESI DI COMO

P.zza Grimoldi, 5
22100 Como (CO)
www.diocesidicomo.it

SANTUARIO MADONNA DI GALLIVAGGIO

Comune di S. Giacomo Filippo (SO)

RECUPERO, RESTAURO, CONSOLIDAMENTO CONSERVATIVO
DEL SANTUARIO DI GALLIVAGGIO A SEGUITO DEI DANNI PROVOCATI
DAL MOVIMENTO FRANOSO DEL 29 MAGGIO 2018

CUP: J47B21000010003

COMMITTENTE: DIOCESI DI COMO

RTC: arch. Alessandro Campera responsabile arte sacra: Don Andrea Straffi responsabile del procedimento: Arch. Elisabetta Gandola

PROGETTISTI e COLLABORATORI:

Progetto restauro architettonico :
arch. Mauro De Giovanni

Progetto recupero strutturale
e coordinatore in fase di
progettazione:
ing. Virgilio Scalco



Progetto impianti
elettrici:
Per. Ind. Nicola Mazza



Progetto impianti
meccanici:
Ing Virgilio Scalco



Light designer:
Arch. Ronchetti Gianni

4				
3				
2				
1				
0	21/04/2023	Prima Emissione	VS	VS
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato

DGS
studio tecnico
Via Nazionale, 123
23030 Villa di Tirano (SO)
C.F./P.IVA: 00500640149

Ing. SCALCO VIRGILIO +39 335 670 5843
e-mail: virgilio@studiotecnicodgs.it - PEC: virgilio.scalco@ingpec.eu

Arch. DE GIOVANNI MAURO +39 335 670 6008
e-mail: mauro@studiotecnicodgs.it - PEC: mauro.degiovanni@archiworldpec.it

Elaborato N.

G-046

Oggetto
PROGETTO ESECUTIVO

Scala:
-

Data
21/04/2023

Descrizione elaborato
**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI**

Commessa
GALL

Nome file
EGALL-G-046-0-CSASpTecnE

SOMMARIO

DATI GENERALI.....	3
1.1. PREMESSA.....	3
1.2. INTERVENTI PREVISTI	3
2. SPECIFICHE TECNICHE.....	3
2.1. TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO	3
2.2. REQUISITI DI RISPONDEZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI	3
2.3. DISPOSIZIONI DI LEGISLATIVE	3
2.4. NORME TECNICHE SPECIFICHE CEI, EN, UNI ECC.....	4
2.5. FORNITURA ELETTRICA.....	4
2.6. IMPIANTI DI PROTEZIONE AI CONTATTI INDIRETTI E DIRETTI	4
2.6.1. <i>Protezione ai contatti indiretti</i>	4
2.6.2. <i>Protezione ai contatti diretti</i>	5
2.6.3. <i>Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione</i>	5
2.7. CAVI E CONDUTTORI.....	5
2.7.1. <i>Metodo di installazione ed eventuali deroghe</i>	5
2.7.2. <i>Portata dei cavi</i>	5
2.7.3. <i>Isolamento dei cavi</i>	6
2.7.4. <i>Colori distintivi dei cavi</i>	6
2.7.5. <i>Sezioni minime ammesse e cadute di tensione nei cavi</i>	6
2.7.6. <i>Sezione minima di conduttori neutri</i>	6
2.7.7. <i>Sezione dei conduttori di terra e protezione</i>	6
2.7.8. <i>Sezione minima del conduttore di terra</i>	6
2.7.9. <i>Sezioni minime dei conduttori equipotenziali principali</i>	7
2.7.10. <i>Cavi FS17</i>	7
2.7.11. <i>Cavo in corda di rame FG16(O)R16</i>	7
2.7.12. <i>Tubo rigido serie pesante piegabile a freddo</i>	7
2.8. QUALITÀ DEI MATERIALI E INSTALLAZIONE	7
3. CALCOLO DIMENSIONALE.....	8
3.1. CALCOLO DELLE LINEE	8
3.1.1. <i>Calcolo corrente di corto circuito</i>	8
3.1.2. <i>Massima corrente ammissibile sul cavo</i>	8
3.1.3. <i>Corrente minima di cortocircuito</i>	8
3.1.4. <i>Lunghezza del collegamento</i>	9
3.1.5. <i>Caduta di tensione</i>	9
4. INSTALLAZIONE	9
4.1. SUDDIVISIONE DEI CIRCUITI - QUADRI ELETTRICI	10
4.1.1. <i>Avanquadro QE.00</i>	10
4.1.2. <i>Quadro Elettrico generale QE.01</i>	10
4.1.3 <i>Quadro centrale termica QE02</i>	11
4.1.4 <i>Quadro organo QE03</i>	11
4.2. ILLUMINAZIONE ORDINARIA.....	11
4.2.1. <i>Valori di illuminamento</i>	11
4.2.2. <i>Tipologia apparecchi di illuminazione</i>	12
4.2.3. <i>Illuminazione d'emergenza e segnalazione di sicurezza</i>	12
4.3. ALTEZZE DI INSTALLAZIONE E CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI	13
4.4. IMPIANTO DIFFUSIONE SONORA	14
4.5. . IMPIANTO DI TERRA E DI PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	14
4.6. IMPIANTI DI VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE.....	14
4.7. BATTERIE E ACCUMULATORI.....	14
5. VERIFICHE.....	14

5.1.	VERIFICA A CONSEGNA DEGLI IMPIANTI.....	14
5.2.	- ESAME A VISTA.....	15
5.3.	- VERIFICA DELLE STABILITÀ DEI CAVI.	15
5.4.	- VERIFICHE STRUMENTALI.....	15
5.5.	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ	15

DATI GENERALI

1.1. Premessa

La presente relazione tecnica è inerente all'intervento di consolidamento strutturale propedeutico al recupero e al restauro conservativo a seguito dei danni provocati dal movimento franoso del 29 maggio 2018 del Santuario della Madonna di Gallivaggio sito in località Gallivaggio n°9 23020 San Giacomo Filippo (SO)

Le opere elettriche interessano l'edificio adibito a Santuario Mariano, e prevedono la realizzazione di nuovi impianti e/o il ripristino dell'impianto elettrico. Nello specifico gli impianti in oggetto sono:

- Quadri elettrici (smantellamento e nuova realizzazione)
- Distribuzione principale e terminale (smantellamento e nuova realizzazione)
- Illuminazione ordinaria (smantellamento e nuova realizzazione)
- Illuminazione di sicurezza (smantellamento e nuova realizzazione)
- Impianto di diffusione sonora (ripristino dell'esistente)

1.2. Interventi previsti

Le opere oggetto della presente riguardano la realizzazione dei seguenti sottoimpianti:

1. impianto elettrico di illuminazione ordinaria e F.M.;
2. fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione degli ambienti interni;

In fase di progettazione sono state studiate soluzioni impiantistiche che permettano il **minor impatto ambientale e minor percezione visiva** delle tecnologie verso le strutture e le opere oggetto di tutela prendendo in considerazione tutte le tecniche più aggiornate come prevede la norma CEI 64-15.

2. SPECIFICHE TECNICHE

2.1. Tipologia dell'impianto

L'impianto elettrico è classificato a maggior rischio in caso di incendio per elevato tempo di sfollamento e per elevato danno ad animali e cose CEI 64-8/7 51.3 e dal DPR 151/2011.

2.2. Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle Leggi n°186 del 1/3/68, D.M. 37 22 gennaio 2008 e dal D.P.R. n°447 del 6/12/91.

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti devono essere conformi:

- alle Leggi ed ai Regolamenti vigenti alla data del contratto; in particolare devono essere conformi:
- alle Norme CEI
- alle prescrizioni ed alle indicazioni dell'azienda distributrice dell'energia elettrica, per quanto di loro competenza nei punti di consegna;

2.3. Disposizioni di Legislative

Le principali leggi alle quali occorre attenersi nella realizzazione degli impianti sono:

- | | |
|-------------------------|---|
| Legge 186 del 1/03/68: | Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici. |
| Legge 791 del 18/10/77: | Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee (n°73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione. |

DM 37 del 22 gennaio 2008

DL 9 Aprile 2008 n° 81 Testo Unico sul lavoro

Linee guida per la tutela dei beni culturali ecclesiastici, del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo e della Conferenza Episcopale Italiana.

Il Decreto 20 maggio 1992, n. 569- art. 15. 1.

Il D.P.R. 30 giugno 1995, n. 418 - art. 12. 1.

Legge 1° giugno 1939, n. 1089 art. 1-2-8.

2.4. Norme tecniche specifiche CEI, EN, UNI ecc.

Per quanto concerne le Norme CEI, devono essere ottemperate le disposizioni contenute nelle seguenti Norme:

CEI 3-14	Segni grafici per schemi. Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale.
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 11-18	Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni.
CEI 11-47	Impianti tecnologici sotterranei "criteri generali di posa"
CEI 17-13/1	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - VII Edizione.
CEI 64-50	Guida per l'integrazione nell'ufficio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati
CEI 64-8 /7	Ambienti particolari
CEI 64-15	Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica
CEI 70-1 -	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
UNI EN 1838 -	Illuminazione d'emergenza

2.5. Fornitura elettrica

La distribuzione è fatta esistente è con sistema di tipo **TT** la cui definizione è:

Prima lettera: situazione del sistema di alimentazione verso terra:

T = collegamento diretto a terra del punto neutro del sistema elettrico (lato BT);

Seconda lettera: situazione delle masse dell'impianto elettrico rispetto a terra:

T = masse collegate a terra.

CEI 64-8 Sezione 312.2 (Modi di collegamento a terra)

Nel rispetto di quanto sopra si è attuata la protezione ai contatti indiretti prevista per sistemi TT con l'installazione di dispositivi ad intervento differenziale

2.6. Impianti di protezione ai contatti indiretti e diretti

2.6.1. Protezione ai contatti indiretti

Il modo di protezione ai contatti indiretti deve essere assicurato mediante la interruzione automatica dell'alimentazione mediante la installazione di interruttori differenziali.

L'impianto di messa a terra già presente ha caratteristiche sufficienti ad assicurare il coordinamento delle protezioni differenziali presenti nell'impianto.

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nel circuito di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

Nella installazione di apparecchi elettrici appartenenti alla classe di isolamento 1 si dovrà connettere il morsetto di messa a terra, appositamente previsto nell'apparecchio dal costruttore, mediante conduttore di protezione di sezione non inferiore a quella prevista per la linea elettrica di alimentazione.

2.6.2. Protezione ai contatti diretti

La protezione è fatta in ogni singola parte del circuito attraverso l'isolamento delle parti attive e/o per mezzo di interposizione di barriere ed ostacoli a un contatto fisico da parte di persone e/o cose con i centri di pericolo.

Nella fase progettuale ci si è adoperati a una scelta accurata di tutte le barriere e/o forme di isolamento delle parti che potevano portare pericolo alle persone.

Tutte le parti attive sono accessibili solo attraverso rimozione per mezzo di attrezzi delle barriere e per distruzione della parte isolante.

La protezione è integrata dalla protezione differenziale, in grado di limitare il valore della corrente che può attraversare il corpo umano a un valore inferiore a quello che potrebbe dare luogo ad effetti patologici e fisiologici dannosi, art. 131.2 Norma CEI 64-8 Parte 1°.

2.6.3. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Lo stabile dispone di impianto di messa a terra. La protezione contro i contatti indiretti verrà garantita dal coordinamento dell'impianto di messa a terra e gli interruttori magnetotermici e differenziali installati nel quadro di distribuzione.

Il dispersore fa capo ad un idoneo collettore costituito da una barra in rame forata posizionata nel quadro elettrico, il conduttore principale dell'attività verrà collegato ad esso ed opportunamente identificato.

2.7. Cavi e conduttori

2.7.1. Metodo di installazione ed eventuali deroghe

Per i circuiti a tensione nominale maggiore di 50 V a.c. e non superiore a 230/400 V i cavi devono avere tensione nominale non inferiore a 450/750 V fatti salvi i casi, trattati nell'art. 6.2 della CEI 64-15, dove le sezioni minime ammesse sono inferiori a 1,5 mm² e per i quali è consentita una tensione nominale di 300/500 V.

Devono essere usati cavi, tubi protettivi e canali aventi caratteristiche di **non propagante la fiamma** nelle condizioni di posa, fatto salvo quanto detto in 751.04.2 della Norma CEI 64-8. È ammesso utilizzare tubazioni esistenti, incassate o in vista, non più rispondenti alle normative vigenti, alle seguenti condizioni:

- vi devono essere vincoli artistici tali da non consentire la realizzazione di nuovi tracciati;
- le tubazioni devono essere incassate in strutture non combustibili o, se in vista, devono essere di tipo metallico e avere un grado di protezione adatto all'ambiente e comunque non inferiore a IP4X;
- le tubazioni devono essere in condizioni tali da non procurare abrasioni all'isolante o rotture dei conduttori durante la posa dei cavi; in caso di dubbio è necessario verificare la resistenza dell'isolamento e la continuità elettrica dei conduttori stessi come descritto nell'art. 6.2 c) della presente Norma.

È ammesso incassare cavi (idonei allo scopo) direttamente nella muratura o nell'intonaco, a profondità non inferiori a 5 mm tra la parte più esterna del cavo ed il limite esterno della parete, anche ad altezze minori di 2,25 m dal calpestio, con percorsi diversi da quelli prescritti nell'art. 522.8.1.7 della Norma CEI 64-8, e senza protezione meccanica addizionale, purché il personale sia avvertito e a conoscenza del percorso del cavo.

2.7.2. Portata dei cavi

La portata è calcolata in funzione della sezione, del tipo di conduttore e dell'isolante, della temperatura ambiente e dalle condizioni di posa secondo le norme CEI-UNEL tenendo conto dei fattori di correzione che dipendono dalla temperatura ambiente se diversa da 30 °C e dalle modalità di installazione.

2.7.3. Isolamento dei cavi

I cavi elettrici utilizzati nei sistemi di Prima Categoria debbono avere tensioni U_0/U non inferiori a 600/1000 V (simbolo di designazione 1), dove:

U_0 = tensione nominale verso terra

U = tensione nominale.

Per i cavi utilizzati nei circuiti di comando e segnalazione le tensioni U_0/U non debbono essere inferiori a 300/500 V (simbolo di designazione 05).

2.7.4. Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle CEI-UNEL 00722 e 00712. In particolare, i conduttori di neutro e di protezione devono essere contraddistinti rispettivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. I conduttori di fase devono essere contraddistinti in modo univoco, in tutto l'impianto, dai colori: nero, grigio cenere, marrone.

2.7.5. Sezioni minime ammesse e cadute di tensione nei cavi

Le sezioni dei conduttori sono calcolate in funzione della potenza impegnata (anche quella presumibile per un successivo sviluppo degli impianti in progetto) e della lunghezza dei circuiti; la caduta di tensione non deve superare il 5% della tensione a vuoto, nella condizione di normale esercizio degli impianti senza tener conto del transitorio di accensione delle lampade (Norma CEI 64-7 art. 3.2.2).

2.7.6. Sezione minima di conduttori neutri

I conduttori di neutro devono avere la stessa sezione dei conduttori di fase.

Per i conduttori dei circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², se in rame (25 mm² se in alluminio), è ammesso il neutro di sezione ridotta, ma comunque non inferiore a 16 mm² (rame), 25 mm² (alluminio), purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- il carico sia essenzialmente equilibrato, e comunque il neutro di sezione ridotta assicuri la necessaria portata in servizio ordinario;
- sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti.

Il conduttore neutro dovrà sempre essere sempre protetto dalle sovracorrenti mediante interruttore di protezione specifico come da norma 64-15.

2.7.7. Sezione dei conduttori di terra e protezione

La sezione dei conduttori di terra e protezione può essere dedotta dalla tabella SEZ-CT.

Se dall'applicazione della tabella SEZ-CT risulta una sezione non unificata occorre adottare il conduttore avente sezione unificata in eccesso rispetto al valore calcolato.

Tabella SEZ-CT - Sezione dei conduttori di terra e protezione

Sezione S_f (mm ²) dei conduttori di fase dell'impianto	Sezione S_p (mm ²) del corrispondente conduttore di protezione
$S_f < 16$	$S_p = S_f$
$16 < S_f < 35$	$S_p = 16$
$S_f > 35$	$S_p = S_f/2$

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere minore di:

- 2,5 mm² in presenza di una protezione meccanica;
- 4 mm² se non vi è alcuna protezione meccanica.

2.7.8. Sezione minima del conduttore di terra

La sezione del conduttore di terra deve essere calcolata sulla base dei criteri indicati all'art. 543.1 della Norma CEI 64-8.

Tale sezione può essere ricavata dalla tabella SEZ-CT 1 che indica i valori minimi ammessi.

Tabella SEZ-CT 1 - Sezioni minime dei conduttori di terra

Caratteristica di posa del conduttore	Materiale	Sezione minima (mm ²)
Protetto contro la corrosione, ma non meccanicamente	Rame	16
	Ferro	16
Non protetto contro la corrosione	Rame	25
	Ferro	50

Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali devono essere conformi alle prescrizioni contenute nella sezione 708 della Norma CEI 64-8, che qui vengono sinteticamente riassunte:

2.7.9. Sezioni minime dei conduttori equipotenziali principali.

- 1) Detta Se la sezione del conduttore equipotenziale deve essere:

$$Se > Sp/2$$

dove Sp è la sezione del conduttore di protezione principale.

- 2) Il valore minimo della sezione. Se deve essere di 6mm².
3) Se il conduttore equipotenziale è in rame non è richiesta una sezione Se maggiore di 25mm².
4) Se il conduttore equipotenziale è di altro materiale la sezione può non superare la sezione equivalente di quella del conduttore di rame di cui al precedente punto 3.

2.7.10. Cavi FS17

Cavo in corda di rame elettrolitico isolato in PVC di qualità FS17 conformi alla direttiva costruzioni CPR classe C_{cas}1b,d1,a1, non propagante di incendio, non propagante di fiamma Norma EN 60332-1-2, ridotta emissione di gas corrosivi (CEI20-37/2), per tensioni nominali 450/750 V ad una temperatura di esercizio max 70° C con conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto. Il cavo dovrà riportare stampigliato a rilievo la designazione CEI 20-22, la marca o provenienza di prodotto e marchio IEMMEQU. Per sistemi chiusi o incassati.

Norma costruttiva CEI 20-20

2.7.11. Cavo in corda di rame FG16(O)R16

Cavo in corda di rame ricotto stagnato isolato in gomma EPR, FG16(O)R16, non propagante di conforme direttiva CPR classe C_{cas}1b,d1,a1

Norma costruttiva CEI 20-13.

2.7.12. Tubo rigido serie pesante piegabile a freddo

Tubi per impianti elettrici protettivi isolanti del tipo rigido pesante in PVC piegabile a freddo, auto - estinguente, conforme alle norme CEI EN 50086, marchio IMQ.

2.8. Qualità dei materiali e 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 e 626/96.

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.

3. CALCOLO DIMENSIONALE

3.1. Calcolo delle linee

3.1.1. Calcolo corrente di corto circuito

Il valore della corrente di corto circuito (I_{cc}) ammissibile è calcolato in base alle prescrizioni della norma CEI 11-17 considerando la temperatura all'inizio del corto circuito pari alla temperatura massima di esercizio del cavo e la temperatura alla fine del corto circuito pari a:

- 160°C per i cavi isolati in PVC
- 200°C per i cavi H07RN-F
- 250°C per i cavi isolati HEPR e AFUMEX

Per ottenere il valore della I_{cc} la durata del cortocircuito è espressa in secondi.

Dopo aver effettuato il calcolo si evidenzia:

3.1.2. Massima corrente ammissibile sul cavo

Per il calcolo della massima corrente ammissibile sul cavo è verificata la relazione:

$$S \geq \frac{(I_{cc} \cdot \sqrt{T})}{K}$$

Viceversa, data una certa sezione di conduttore, la massima corrente di corto circuito ammessa è verificata dalla relazione:

$$I_{CC(MAX)} = \frac{(S \cdot K)}{\sqrt{T}}$$

Inoltre, si fornisce il valore in ampere relativo alla corrente di corto circuito effettiva nella conduttura ai fini della scelta della protezione (vedi allegati tecnici). Per maggiori informazioni si veda anche la norma CEI 64-8 terza edizione art. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti".

3.1.3. Corrente minima di cortocircuito

Come corrente di cortocircuito minima si considera quella corrispondente ad un circuito che si produca tra fase e neutro (o tra fase e fase se il conduttore di neutro non è distribuito), nel punto più lontano della conduttura protetta e, nel caso l'impianto sia alimentato da più sorgenti, si prendere in considerazione solo una sorgente, precisamente quella corrispondente alla corrente di cortocircuito minima. La determinazione della corrente di cortocircuito presunta, nella maggior parte dei casi che si presentano in pratica è effettuata con la formula che segue, ammettendo un aumento del 50% della resistenza del circuito rispetto al valore a 20°C, dovuto al riscaldamento dei conduttori causato dalla corrente di cortocircuito, e tenendo conto di una riduzione a 80% della tensione di alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito rispetto alla tensione nominale di alimentazione.

$$I_{CC(min)} = \frac{(0.8 \cdot U_0)}{(1.5 \cdot \rho \cdot (\frac{2L}{S}))}$$

Nel caso in cui invece si conosca il valore dell'impedenza del circuito a monte, il coefficiente 0,8 è stato sostituito da un valore preciso.

3.1.4. Lunghezza del collegamento

È necessario definire il valore positivo che esprime la lunghezza in metri della linea su cui calcolare la caduta di tensione.

La stessa è determinata in base alle tabelle CEI UNEL 35023-70 con alcune, più accurate, approssimazioni. La resistenza dei conduttori è quella relativa alla massima temperatura di funzionamento dei cavi e si riferisce ai conduttori di classe 2 in caso di corda rigida ed ai conduttori di classe 5 in caso di conduttori flessibili, secondo la norma CEI 20-29.

La reattanza dei cavi unipolari non distanziati è riferita a cavi posati a trifoglio chiuso o in piano accostati. Per i cavi unipolari distanziati la reattanza è calcolata in base alla distanza interassiale.

3.1.5. Caduta di tensione

Specifica, in percentuale, la massima caduta di tensione ammessa.

La caduta di tensione è calcolata considerando i conduttori a 70°C per isolamento in PVC ed a 90°C per isolamento in HEPR o AFUMEX. La formula per ottenere la caduta di tensione è la seguente:

$$V = K \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

I valori della caduta di tensione valgono per sistemi elettrici in corrente continua ponendo $\cos \varphi = 1$ e $\sin \varphi = 0$.

4. INSTALLAZIONE

L'intervento dovrà conciliare l'installazione di materiali aventi caratteristiche conformi con quanto riportato e comunque delle normative vigenti in materia tecnica specifica.

Al fine della sicurezza si dovranno installare:

- conduttori con sufficienti garanzie di rispondenza alle normative sopra citate,
- canalizzazioni sufficientemente ampie e conformi alle normative specifiche e comunque aventi caratteristiche minime come disposto.

Si ricorda che:

- la protezione con interruttore differenziale ad alta sensibilità costituisce solamente protezione aggiuntiva dai contatti diretti; la protezione primaria è costituita dall'isolamento delle parti attive
- tutte le linee sono protette dalle sovracorrenti alla partenza delle linee stesse, soddisfacendo i requisiti imposti al riguardo dalla appendice 7 della Norma CEI 64/8.
- la protezione principale dai contatti diretti è eseguita mediante confinamento delle parti attive entro involucri isolanti
- i colori distintivi dei conduttori di fase, neutro e di protezione devono essere conformi alla Norma CEI 15-4; in particolare i conduttori di protezione e terra isolati devono essere identificati dal colore giallo-verde
- le aperture per il passaggio di condutture elettriche (tubazioni) in strutture di edifici (pavimenti, muri, tetti, soffitti o pareti) separanti compartimenti antincendio devono essere richiuse in modo da ripristinare la resistenza al fuoco presentata dalle strutture prima dell'intervento; le tubazioni passanti aventi diametro interno superiore a 30 mm devono essere otturate da schiume intumescenti, lana di roccia, o altro materiale idoneo a fornire sbarramento antifiamma.

Gli apparecchi illuminanti installati dovranno rispettare le prescrizioni della Norma CEI 64/8, in particolare;

- dovranno essere resistenti alla fiamma e all'accensione,
- gli apparecchi illuminanti per i quali possano esistere pericoli derivanti da urto dovranno avere protezione specifica.

I quadri e centralini elettrici dovranno riportare tutte le indicazioni ed etichette atte ad individuare in modo univoco e sicuro la funzione dei vari apparecchi di protezione e comando.

Si richiama il rispetto delle Norme di Legge (in particolare Legge 186/68 e Legge 46/90) alle Norme CEI (in particolare 64/8) e alle norme di buona pratica tecnica.

Prima della messa in esercizio l'impianto andrà collaudato secondo le disposizioni riportate nella Norma CEI 64/8, parte 6 "Verifiche" paragrafo collaudi e controlli periodici) e della norma CIE 64-7.

Al termine della installazione e della verifica l'impresa rilascerà una dichiarazione di conformità dell'impianto alle norme tecniche applicate ed ai disposti della vigente legislazione di quanto installato.

Tutte le modifiche e/o aggiornamenti dell'impianto richiedono modifica e/o aggiornamento dello schema, sono a carico della ditta installatrice fornire le tavole di AS Built.

4.1. Suddivisione dei circuiti - quadri elettrici

L'impianto verrà realizzato in modo da facilitare l'esercizio e limitare il disservizio causato da interventi per guasto o per manutenzione.

Si prevedono pertanto i seguenti quadri derivati dal gruppo di misura:

- ☐ QE 00 Avvanquadro
- ☐ QE 01 Quadro elettrico generale
- ☐ QE 02 Quadro elettrico centrale termica (esistente non oggetto di intervento)
- ☐ QE 03 Quadro organo

4.1.1. Avvanquadro QE.00

Nei pressi del punto di consegna dell'ente erogatore è prevista la posa in opera dell'avvanquadro da installare. Il quadro presenterà carpenteria stagna con porta cieca, in materiale termoplastico, capacità n°3x18 moduli DIN, grado di protezione minimo IP66, ditta Legrand serie marina o equivalente, compresa quota parte di linea di alimentazione dai contatori, e quota parte di linea per la realizzazione del comando di emergenza e relativo comando da ubicare, nelle immediate vicinanze dell'ingresso, completa di:

N°1 interruttore magnetotermico 4P curva C 63A 10kA;

N°1 Blocco differenziale aggiunto G2 63A 4P 1000mA A-S;

N°1 bobina apertura 110/415Vac/Vdc;

N°1 portafusibile sezionabile 1P+N 32A;

N°1 Scaricatore SPD con fusibile integrato 20 KA 8/20 ms Tipo 2

e di tutto quanto necessario per consentire l'installazione a regola d'arte delle apparecchiature come da allegato E02 (Relazione di calcolo e schemi)

4.1.2. Quadro Elettrico generale QE.01

Il quadro generale QE 01 verrà installato nel locale sacrestia.

Suddetto quadro presenterà carpenteria metallica da pavimento tipo MAS400 o equivalente grado di protezione minimo IP40, dimensioni globali BxHxP 660X1750X217 mm, completi di zoccolo, porte frontali trasparenti per armadi, pannelli frontali porta apparecchi, collettore di protezione, morsettiere per linee di partenza, canalette in PVC perforate per cablaggio, barre di distribuzione in rame, dispositivi di cablaggio bobine di sgancio d'emergenza e tutto quanto necessario per l'installazione a regola d'arte delle apparecchiature come da allegato E02 (Relazione di calcolo e schemi) e di seguito elencate:

N°1 RIPARTITORE MODULARE 4P 125A 6M

N°2 fusibili - tipo F 10,3x38mm 20A

N°1 - portafusibile sezionabile 2P 32A

N°1 interruttore orario digitale 2 mod 1 canale

N°1 sezionatore comandabile 2P 32A

N°1 bobina apertura 110/415Vac/Vdc

N°7 interruttore magnetotermico 2P curva C 10A 4,5kA

N°5 interruttore magnetotermico 2P curva C 16A 4,5kA

N°1 interruttore magnetotermico 2P curva C 25A 4,5kA

N°1 interruttore magnetotermico 2P curva C 6A 4,5kA

N°1 interruttore magnetotermico 4P curva C 25A 4,5kA

N°2 Spia singola LED rossa 110/400V AC

N°1 interruttore magnetotermico 4P curva C 32A 6kA

N°1 rele'passo-passo 1NO 16A bob 230Vac

N°1 Contattore 2NO 25A coil 230Vac

Relazione tecnica opere elettriche restauro e risanamento Santuario di Gallivaggio

N°6 Blocco differenziale aggiunto BDA G2 32A 2P 30mA A
N°1 Blocco differenziale aggiunto BDA G2 32A 2P 300mA A-S
N°1 Blocco differenziale aggiunto-BDA G2 32A 4P 300mA A-S
N°1 Magnetotermico- differenziale classe A 1P+N 10A 4,5kA 30mA
N°1 Magnetotermico- differenziale monoblocco classe A 1P+N 25A 4,5kA 30mA

Al termine dei lavori dovranno essere forniti gli schemi di cablaggio aggiornati e la certificazione ai sensi della norma CEI EN 61439-1-2

4.1.3 Quadro centrale termica QE02

Non oggetto del presente intervento

4.1.4 Quadro organo QE03

Per contenere le linee di distribuzione in partenza dal quadro generale si prevede di posizionare nella onna dell'organo un sottoquadro dal quale verranno derivate le alimentazioni delle navate laterali.

Suddetto quadro presenterà carpenteria metallica da parete costituita da un quadro serie LDX o equivalente , grado di protezione minimo IP40, dimensioni globali BxHxP 660x650x217 mm, completi di porte piena , pannelli frontali porta apparecchi 23 mod. din con cerniere, collettore di protezione, morsettiere per linee di partenza, canalette in PVC perforate per cablaggio, morsettiera di ripartizione ,e dispositivi di cablaggio siglatura dispositivi e conduttori, etichettature inoamovibil e tutto quanto necessario per l'installazione a regola d'arte delle apparecchiature di come da allegato E02 (Relazione di calcolo e schemi) eseguito elencate:

n°5 interruttore magnetotermico 2P curva C 10A 4,5kA
n°2 interruttore magnetotermico 2P curva C 16A 4,5kA
n°1 interruttore magnetotermico 4P curva C 16A 4,5kA
n°1 interruttore magnetotermico 4P curva C 20A 4,5kA
n°3 blocco differenziale aggiunto BDA G2 32A 2P 30mA A
n°1 locco differenziale aggiunto-BDA G2 32A 4P 30mA A
n°2 differenziale puro A 2P 25A 30mA

Al termine dei lavori dovranno essere forniti gli schemi di cablaggio aggiornati e la certificazione ai sensi della norma CEI EN 61439-1-2

4.2. Illuminazione ordinaria

4.2.1. Valori di illuminamento

Il dimensionamento dell'impianto di illuminazione degli ambienti è stato effettuato rispettando le indicazioni della norma UNI EN 12464-1 ed è stato studiato con attraverso la consulenza di E'luce lighting project.

Si installerà un nuovo impianto di illuminazione considerando diverse tematiche tecnico-progettuali:

- **Disponibilità:** previste diverse tipologie di illuminazione (diretta, indiretta, diffusa, d'accento...) per rispondere a tutte le esigenze e le peculiarità dell'ambiente ecclesiastico;
- **Funzionalità:** utilizzo di sorgenti LED prive di radiazioni UV (conformi alle raccomandazioni internazionali in tema di illuminazione delle opere d'arte), che non alterano le condizioni termigrometriche dell'ambiente, e con un'ampia disponibilità di accessori quali lenti, sagomatori, riflettori con fasci di diverse dimensioni, ecc....;
- **controllabilità,** scelta di apparecchi illuminanti dotati di sistemi di regolazione del flusso luminoso, con dispositivi di controllo della luce automatici, modulanti con protocollo DALI;
- **flessibilità:** utilizzo di un sistema di gestione che preveda un certo numero di sezionamenti dell'impianto, in modo da disporre di diverse configurazioni, e quindi differenti scenari luminosi;
- **manutenibilità:** scelta di apparecchi di facile pulizia, di facile accessibilità e con sorgenti LED, che aumentano l'affidabilità, la durabilità dell'impianto e minimizzano gli interventi di manutenzione;

- **risparmio energetico:** la scelta di apparecchi illuminanti con sorgenti LED di ultima tecnologia garantiscono alte prestazioni a fronte di consumi fortemente ridotti ed all'avanguardia in materia di risparmio ed efficienza energetica

La scelta di corpi illuminanti con sorgenti LED risponde a pieno agli innumerevoli requisiti richiesti, consentendo la massima potenzialità e flessibilità del sistema, pur garantendo un alto rispetto nella conservazione monumentale del manufatto e un elevato risparmio energetico. Tutte le sorgenti luminose previste dal progetto sono a LED, con temperatura di colore di 3000K, prive di radiazioni UV e prive della componente termica della radiazione, integrandosi nel complesso architettonico e interferendo nel minor modo possibile con le condizioni termo-igrometriche dell'ambiente. Il progetto prevede l'utilizzo di proiettori di dimensioni ridotte e dall'aspetto essenziale al fine di ridurre al minimo l'interferenza con l'architettura, dotati di ottiche e accessori diversi a seconda del punto di installazione, con diverse potenze e ampiezze del fascio luminoso, in modo da rispondere alle diverse esigenze richieste da questo tipo di ambiente.

I corpi illuminanti saranno installati in corrispondenza del cornicione della navata centrale, dove già attualmente si trovano gli apparecchi esistenti, e illumineranno con luce diretta il piano di calpestio della navata e indiretta con un plafoniera a led lineare le volte. Inoltre, sarà realizzata un'illuminazione d'accento nella zona del presbiterio e e nello spazio dedicato al celebrante.

Le navate laterali presenteranno illuminazione diretta ed indiretta che accentui gli elementi architettonici.

Per le specifiche degli apparecchi si rimanda al progetto illuminotecnico .

4.2.2. Tipologia apparecchi di illuminazione

La tipologia degli apparecchi installati è stata indicata nell'allegato "*Calcoli e soluzioni illuminotecniche*".

È da precisare che ai sensi delle leggi vigenti in materia di lavori pubblici, i prodotti commerciali riportati sui documenti di progetto sono da intendersi ovunque accompagnati dalla dicitura "o equivalente" anche ove non è espressamente citato. I risultati illuminotecnici sono strettamente correlati alle tipologie degli apparecchi individuati in fase progetto, pertanto, l'utilizzo di altre apparecchiature differenti potrà presentare effetti e illuminamenti differenti. Sarà a carico della ditta che eseguirà i lavori, qualora gi avvenga dell'utilizzo di tipologie di apparecchi differenti verificare e dimostrare l'equivalenza della soluzione illuminotecnica scelta.

4.2.3. Illuminazione d'emergenza e segnalazione di sicurezza

L'illuminazione di sicurezza è prescritta secondo la norma CEI 64-15 per tutti gli ambienti ai quali può accedere il pubblico e in quegli ambienti ove sono installati sistemi di video controllo a protezione delle opere di valore storico e/o artistico. A questo proposito l'illuminamento deve essere tale da permettere il rilevamento delle immagini. L'illuminazione di sicurezza per gli ambienti non accessibili al pubblico se, a causa della conformazione o dell'utilizzo degli stessi, si possono determinare pericoli alle persone e/o alle opere oggetto di tutela.

Tutti i locali dell'immobile presentano idoneo impianto di illuminazione d'emergenza realizzato attraverso gli stessi apparecchi di illuminazione ordinaria (capitolo 4.2.2) alimentati tramite UPS al fine di aver il minimo impatto ambientale come previsto dalla norma ed è comprensivo sia dell'illuminazione di sicurezza per l'esodo che d'emergenza generica e sono tali da garantire un livello di illuminazione previsto dalla normativa che nel caso specifico va a parziale modifica di quanto prescritto in 752.56.5 della Norma CEI 64-8, l'illuminamento medio deve risultare, su un piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano calpestio, non inferiore a:

- 2 lx con un minimo di 1 lx in tutti gli ambienti nei quali abbia accesso il pubblico;

- 5 lx con un minimo di 2,5 lx nelle zone di deflusso in generale, (pedane, guide o corsie di passaggio, corridoi, scale);
- 5 lx in corrispondenza delle uscite e uscite di sicurezza.

Il gruppo soccorritore (CPSS) monofase, deve essere del tipo per alimentazione di circuiti e impianti di sicurezza, costruzione conforme a EN 62040-1-2-3 e EN 50171, completo di interruttore statico per commutazione automatica da by-pass, con neutro passante.

- Involucro di contenimento in lamiera di acciaio verniciata con grado di protezione meccanica IP20, dotato di feritoie di ventilazione e dell'occorrente ventilatore con comando termostatico.
- Completo di batterie di accumulatori a 12 V di tipo ermetico su vassoio con trattamento antiacido, protette contro la scarica completa e contro l'inversione di polarità, per una autonomia minima di 60 minuti al carico nominale.
- Compreso sistema di controllo e visualizzazione dei seguenti parametri di esercizio:
 - misura della tensione di batteria
 - misura della corrente di batteria in carica e scarica
 - misura della corrente del carico
 - indicazione di sistema in funzione
 - indicazione di alimentazione da batteria;
 - indicazione di tensione di carica batteria fuori dai limiti
 - indicazione di interruzione del circuito di carica della batteria
 - indicazione di guasto del sistema di carica della batteria
 - indicazione di minima tensione batteria, con almeno dieci minuti di anticipo sulla scarica completa
 - indicazione dell'intervento della protezione da scarica completa e uscita per segnalazione remota degli stessi parametri.

Caratteristiche tecniche:

- Ingresso monofase
 - tensione nominale: 230 V
 - frequenza: 50 Hz
 - THDI al carico nominale: < 5 % (per carico lineare)
- Uscita monofase
 - tensione nominale: 230 V
 - frequenza: 50 Hz
 - stabilità statica: 2 %
 - stabilità dinamica: 5 %
 - rendimento alle condizioni nominali: > 90 %

Nelle bussole di ingresso verranno installati apparecchi di illuminazione autonoma con flusso luminoso di 150 Lm come indicato nella planimetria di progetto.

Tali apparecchi dovranno presentare autonomia minima di 1h con dispositivo automatico di ricarica entro le 12h ed autonomia 2 h come previsto all'articolo 6 del Decreto 18 settembre 2002

4.3. Altezze di installazione e caratteristiche degli apparecchi

Al fine di eliminare le barriere architettoniche, ai sensi del DM 14 Giugno 1989 n°236, si prevedono le seguenti quote di installazione (dal pavimento finito)

Interruttori - pulsanti -	80 cm
Pulsantiere esterne altezza ultimo pulsante	120 cm
Citofono	120 cm
Telefoni pubblico (parte più alta da raggiungere)	120 cm
Pulsanti emergenza incendio	100-140 cm

È prevista l'installazione di apparecchi di comando serie civile, che presentino i seguenti requisiti:

- conformità norme CEI e approvazione dell'Istituto del Marco di Qualità IMQ
- grado di protezione del complesso incassato e installato in posizione verticale per:
 - apparecchio a fronte chiuso (interruttori, deviatori etc.) IP41
 - apparecchi a fronte aperto (prese) IP21
- materiali isolanti autoestinguenti secondo norme CEI 50-11 (IEC 695.2.1):
 - * parti destinate a tenere in posto le parti in tensione = prova filo incandescente 850 °C
 - * parti con sola funzione di involucro = prova del filo incandescente a 650 °C.

Gli impianti FM, le prese di servizio necessarie saranno posizionate in modo da ridurre al minimo l'interferenza visiva con l'architettura dell'edificio privilegiando le posizioni attualmente esistenti..

4.4. Impianto diffusione sonora

L'impianto di diffusione sonora sarà ripristinato nelle parti danneggiate e verrà ricollegato con gli elementi in campo esistenti quali casse e microfoni.

Si prevede la posa dei nuovi conduttori dell'impianto audio

4.5. Impianto di terra e di protezione dalle scariche atmosferiche

L'impianto di dispersione di terra è già esistente e pertanto non sono oggetto del presente intervento.

La valutazione al rischio dovuto al fulmine e l'eventuale impianto di protezione non sono oggetto del presente incarico.

4.6 Impianti di videosorveglianza e antintrusione

Il progetto non prevede la realizzazione di un nuovo impianto di videosorveglianza e antintrusione.

Per l'impianto antintrusione si potrà in futuro optare per una tecnologia wireless, per poter essere integrato in una fase successiva all'intervento di ripristino e per ridurre l'impatto ambientale sul fabbricato. Svincolando anche la necessità di collegamenti in ambiente.

4.7 Batterie e accumulatori

Gli accumulatori devono essere installati in locali separati dagli ambienti oggetto di tutela da un compartimento antincendio almeno REI 120, fatto salvo quanto specificato in 3.4.2 e 3.4.3. della CEI 64-15.

È ammesso installare accumulatori fuori da locali dedicati, purché siano osservate le prescrizioni della Norma CEI 21-6/3 e, nei locali scelti, non vi siano depositate o esposte opere o infrastrutture oggetto di tutela.

È ammesso installare accumulatori nei locali con deposito o esposizione di opere e infrastrutture oggetto di tutela a condizione che vengano osservate tutte le seguenti prescrizioni:

- devono essere di tipo chiuso regolati con valvola;
- devono essere contenuti in singoli apparecchi (es. apparecchi autonomi per illuminazione di sicurezza, per rivelazione di presenza, etc.);
- non devono mai venire in diretto contatto con opere e infrastrutture oggetto di tutela.

5. VERIFICHE

5.1. Verifica a consegna degli impianti

Al termine dei lavori verrà realizzata una verifica al fine di accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni ed in particolare dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti a uso degli utenti ai quali sono destinati.

A ultimazione della verifica provvisoria, l'Amministrazione appaltante prenderà in consegna gli impianti con regolare verbale.

5.2. - Esame a vista.

Deve essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari riferitesi all'impianto installato. Il controllo deve accertare che il materiale elettrico, utilizzato per l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori. È opportuno che tali esami inizino durante l'esecuzione dei lavori.

La ditta installatrice dovrà fornire alla Committente, le copie marcate in Rosso "AS-BUILT" di tutti i disegni relativi a parti eventualmente modificate durante l'esecuzione dei lavori.

5.3. - Verifica delle stabilità dei cavi.

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente a una percentuale compresa tra l'1% e il 5% della lunghezza totale.

5.4. - Verifiche strumentali

Ai sensi della norma CEI 64-8 art. 6.12, quando non in contrasto con le soluzioni prospettate dalla norma CEI 64-15, si devono essere eseguite, per quanto applicabili, e preferibilmente nell'ordine indicato, le seguenti prove:

- continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari (612.2)
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico (612.3)
- protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica (612.4)
- resistenza di isolamento dei pavimenti (612.5)
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (612.6)
- prove di polarità (612.7)
- prove di tensione applicata (612.8)
- prove di funzionamento (612.9)
- cadute di tensione (612.11)

5.5. Dichiarazione di conformità

Ai sensi del DM 37 del 22 gennaio 2008 la ditta appaltatrice, dovrà rilasciare al Committente la dichiarazione di conformità degli impianti elettrici.

Tirano, aprile 2023

Per. Ind. Nicola Mazza



Documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate