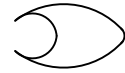




**COMUNE DI FRAGAGNANO**



**STUDIO TECNICO  
ING. CATALDO LIPO**  
Via Principe Amedeo n.8  
74123 - Taranto  
cell +39 3498793615  
fax +39 099 4795263  
d-80@hotmail.it  
cataldo.lippo@ingpec.eu

**Committente:**

**COMUNE DI FRAGAGNANO**

**Oggetto:**

**LAVORI DI MANUTENZIONE  
STRAORDINARIA DELL'IMPIANTO ELETTRICO  
E DI RIFACIMENTO PAVIMENTAZIONI DEL  
CIMITERO COMUNALE**

Titolo Elaborato:

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO**

N.Tavola:

**02**

Note:

**PROGETTO ESECUTIVO**

COMPUTER GRAFICA

Data:

NOVEMBRE 2023

Copia N.

COLLABORATORE

PROGETTISTA: Timbro e firma

## RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO

### 1. PREMESSA

L'intervento oggetto del presente progetto è riferito ai LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELL'IMPIANTO ELETTRICO DEL CIMITERO COMUNALE., all'interno del cimitero sito nel Comune di Fragagnano (TA).

Di seguito si riporta l'area oggetto di intervento nella quale sarà edificato il colombario:



l'area oggetto d'intervento riguarderà l'intero cimitero comunale

Ad oggi, lo stesso risulta essere dotato di un impianto non funzionante con collegamenti costituiti da cavi posati prevalentemente in modo aereo o interrati.

E' presente un quadro elettrico sottocontatore ed un quadro elettrico generale di recente installazione.

Il cimitero comunale risulta servito da un allaccio elettrico e idrico, sono già presenti all'interno del Cimitero comunale colonnine/fontanine per l'approvvigionamento idrico, pali d'illuminazione non funzionanti e tombini di ispezione.

Nel caso in oggetto si provvederà allo smantellamento dell'impianto elettrico esistente e alla realizzazione di un nuovo impianto elettrico da installarsi a valle del quadro elettrico generale esistente; di seguito si riporta la posizione del quadro elettrico:



L'intervento prevede di realizzare dei cavidotti che correranno lungo la pavimentazione ed alimenteranno l'illuminazione esterna e i lumini

I principi adottati nella progettazione dell'impianto sono stati:

- scelta delle soluzioni più idonee
- calcolo del reale fabbisogno
- giusto dimensionamento

La scelta dell'impianto e la sua configurazione ha seguito il criterio di funzionalità nel rispetto delle esigenze dell'utenza , garantendo nel contempo una gestione economica e razionale.

Nella progettazione del nuovo impianto, si è tenuto conto della necessità di rendere poco onerosa la manutenzione sia ordinaria che straordinaria, avendo curato in modo particolare tutti i percorsi orizzontali e verticali , l'ispezionabilità delle reti principali e secondarie, il sezionamento logico delle varie zone, ed infine la razionale allocazione delle apparecchiature.

Di seguito, verranno esposte le note illustrative relative dei vari impianti progettati e da allocare all'interno dell'abitazione in oggetto.

## **2. IMPIANTO ELETTRICO**

### NORME, LEGGI E DECRETI SEGUITI NELLA PROGETTAZIONE

Gli impianti elettrici relativi alla ristrutturazione ed adeguamento sono stati progettati con riferimento:

Legge del 01/03/1968 n. 186	"Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici".
D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008	"Norme per la sicurezza degli impianti"
Norme CEI 64-8	"Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale non superiore ai 1000V in corrente alternata"

Gli impianti elettrici dei cimiteri non sono soggetti a norme particolari, si applica la (norma generale CEI 64-8).

Gli impianti cimiteriali in oggetto sono sistemi di I Categoria con sistema di messa a terra TT alimentati in BT a 400/230V 50Hz; la distribuzione principale è realizzata in BT a 400/230V (norma CEI 64.8), mentre l'impianto di illuminazione votiva è realizzato in bassissima tensione di sicurezza a 24V (sistema SELV).

L'impianto elettrico di un cimitero è costituito, in genere, dall'illuminazione votiva dei loculi, degli ossari, delle tombe singole, dalle tombe di famiglia in terra, dalle cappelle funerarie, dall'illuminazione dei vialetti e dall'impianto di uffici, servizi, locale custode, sala mortuaria, ecc.

Le lampade votive utilizzate sono a led a ridotto consumo (0,50W) e sono alimentate a bassissima tensione mediante trasformatore di sicurezza monofase (impianto SELV).

Per limitare la caduta di tensione si deve frazionare l'impianto in più zone, ciascuna alimentata da un proprio trasformatore di sicurezza. La (norma EN 61558-2-6 CEI 96-7), limita la potenza dei trasformatori di sicurezza (monofase) a 10 kVA, ma generalmente a servizio dei cimiteri i trasformatori di sicurezza più utilizzati hanno potenza compresa tra la taglia prevista è compresa fra i 300 ed i 2500 VA (alimentazione a primario 230V monofase) ed uscita 12-0-12V oppure 24-0-24V. Se, come in genere accade, il trasformatore di sicurezza è installato entro un contenitore chiuso, è opportuno prevederne un sovradimensionamento di circa il 20%.

I cavi dei circuiti SELV possono essere interrati a meno di 50 cm di profondità e senza protezione meccanica, ma devono essere idonei per la posa interrata, devono quindi avere la guaina di isolamento 0,6/1kV (il tipo di cavo deve essere adatto alla posa interrata, non per motivi di sicurezza, trattandosi di circuiti SELV, ma per garantire il corretto funzionamento nel tempo del cavo stesso).

Le lampade votive (non si intende solo la lampada, ma anche il relativo apparecchio di illuminazione) devono presentare un grado di protezione almeno IPX3 (protezione contro la pioggia) in modo da evitare perdite di isolamento, cortocircuiti e disfunzioni dell'impianto (norma CEI 64-8/5 art.411.1.4.4).

Il quadro elettrico dovrà avere le caratteristiche e le prestazioni di QUADRO ANS conforme alla (norma CEI EN 60439-1) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)".

I circuiti che alimentano le lampade votive sono considerati circuiti di segnalazione e possono pertanto presentare una sezione minima di 0,5mmq, (norma CEI 64-8/5 art.524.1).

Tutti gli impianti elettrici utilizzatori ricadono nell'ambito di applicazione del DM 37/08, ad esclusione di quelli ubicati completamente all'esterno.

In genere l'impianto elettrico di un cimitero è ubicato in parte al chiuso (cappelle di famiglia, loculi interni, camera mortuaria, uffici ecc...), in parte all'aperto (tombe interrate, loculi esterni, illuminazione vialetti ecc.); all'intero impianto elettrico si applica quindi il DM 37/08, par. 1.1.

### IMPIANTO ELETTRICO ALIMENTAZIONE DELLE LAMPADE VOTIVE

Il cimitero comunale è costituito prevalentemente da cappelle private, sono però presenti anche blocchi di colombaie che contengono un minimo di 60 loculi.

Si dovranno alimentare tutte le lampade votive.

Si è posto un assorbimento pari a 1,5 W per ciascun lumino.

Si suddividerà il carico dell'intero cimitero in 5 linee (dorsali), in modo da sfruttare le partenze delle linee presenti nel quadro elettrico di nuova realizzazione presente.

Il cimitero sarà quindi suddiviso in 5 aree, ciascuna delle quali alimentata da un trasformatore dedicato alimentato direttamente dal quadro elettrico esistente.

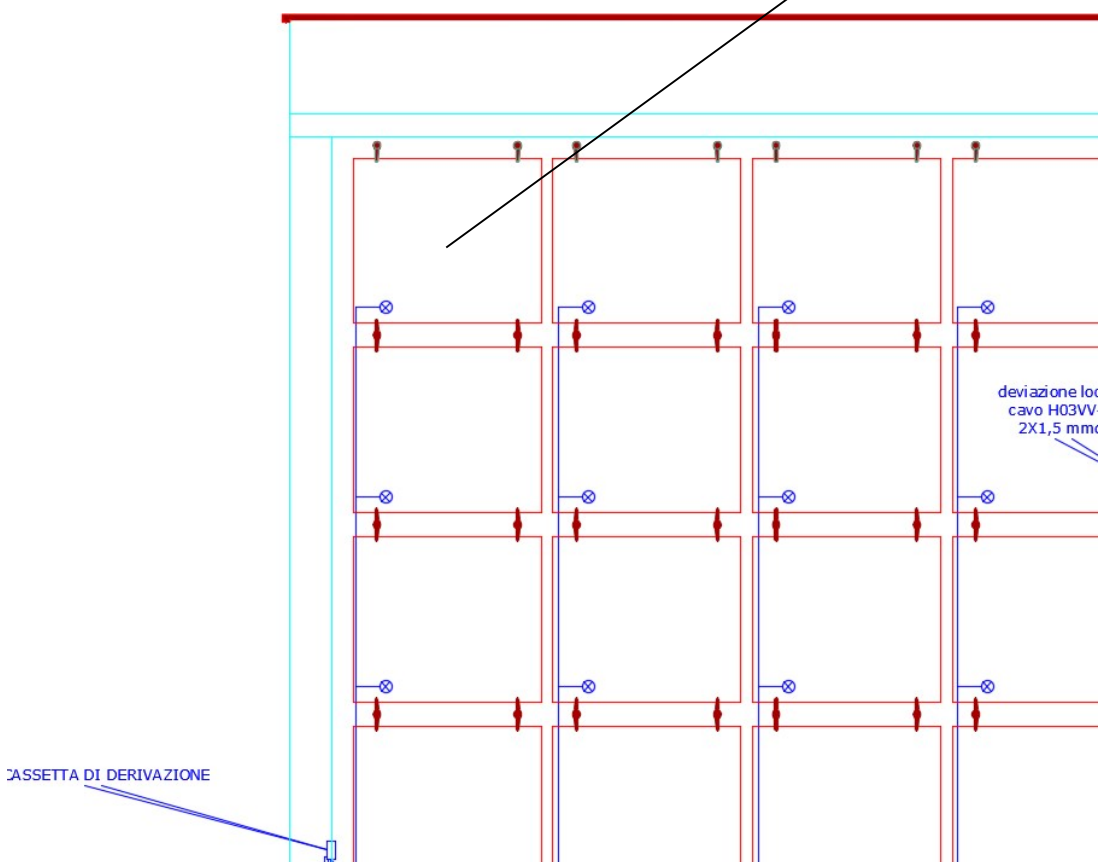
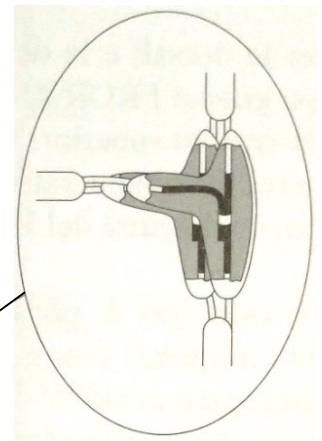
Ogni area sarà alimentata quindi con tensione 24 V (SELV)



Per le colombaie le linee saranno così denominate

- DORSALE
- DERIVAZIONE VERTICALE
- DERIVAZIONE TERMINALE (LOCULO)

Di seguito si riporta uno schema della soluzione scelta costituita da una dorsale orizzontale in basso e derivazione singola per ogni blocco di loculi. Si riporta un esempio indicativo nel quale ogni blocco di loculi avrà una cassetta di derivazione dalla quale partiranno 5 linee che alimenteranno le 5 colonne di loculi; in ogni loculo sarà realizzata una derivazione mediante idoneo collegamento (tipo muffola).



La corrente di impiego  $I_B$  di ogni dorsale è pari a :

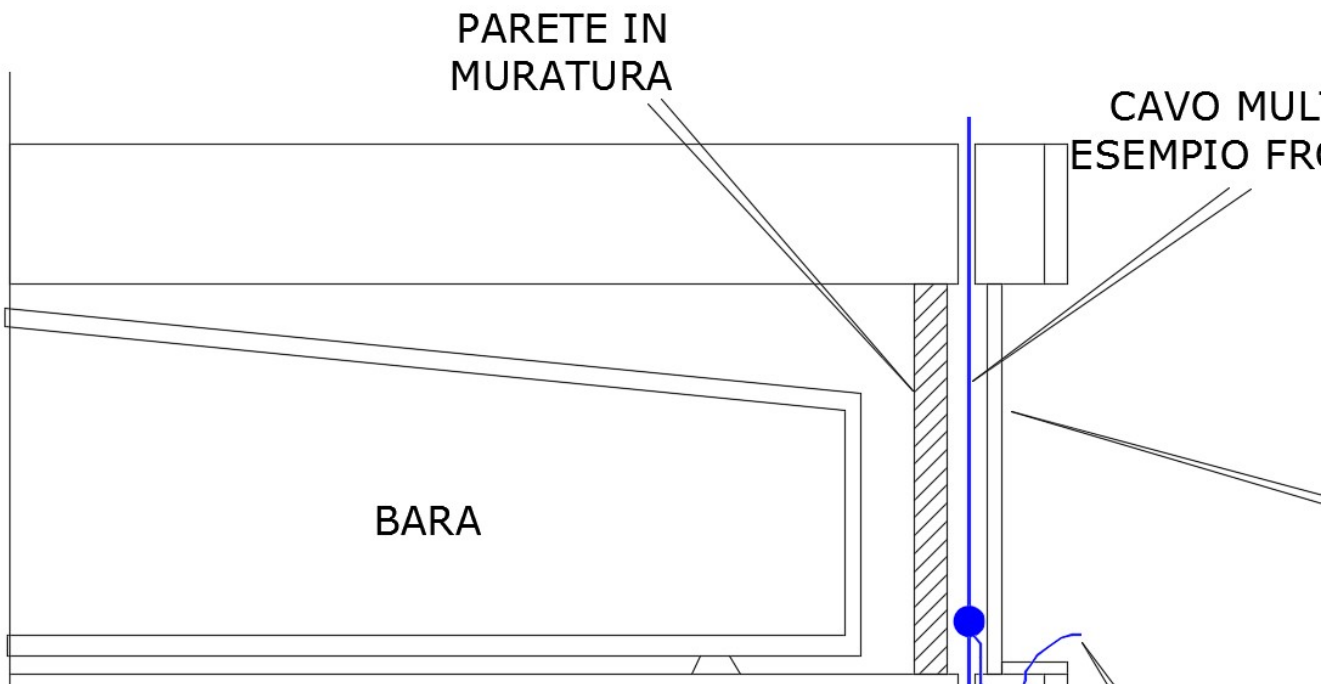
$$I_B = 120 / 24 = 5 \text{ A}$$

La caduta di tensione totale del 4% potrà essere così ripartita:

- 0,5 % sul circuito di alimentazione del trasformatore
- 3% sulle linee dorsali
- 0,5% sulle linee dorsali

Per le dorsali e le derivazioni verticali si utilizzeranno cavi multipolari con guaina FROR 450/750 V (disponibili fino alla sezione di 6 mmq , per sezioni superiori di utilizzano cavi FG7(o)R 0,6/1 kV).

I cavi transiteranno entro l'intercapedine esistente tra la parete in muratura di chiusura del loculo e la lapide



Per tale tipo di posa, entro cavità di strutture, si devono utilizzare cavi unipolari con guaina o multipolari, mentre non sono adatti i cavi senza guaina H07V-K o N07-K.

**Per le deviazioni terminali ai loculi verrà utilizzato un cavo bipolare da 1,5 mmq tipo H03VV-F oppure A05VV-U.**

Le connessioni vengono effettuate con connettori a compressione (crimpatura) ed isolamento con guaina termorestringente, o nastratura autoagglomerante, che ristabilisce il grado di isolamento dei cavi.



La tabella di seguito riportata indica la lunghezza massima delle linee bipolari a 24 V che alimentano lampade votive da 1,5 W per caduta di tensione dell'1% con il carico all'estremità.

Per le dorsali tali lunghezze vanno moltiplicate per 3 essendo la caduta di tensione ammessa pari al 3% (nel caso in oggetto la lunghezza complessiva di ciascuna dorsale è pari a 25 m).

Considerando che il carico su ogni dorsale si concentra al centro del blocco loculi; la sua lunghezza andrà conteggiata dal trasformatore fino alla mezzeria di ciascun blocco e quindi pari a 15 m.

Tabella riportante: Lunghezza massima delle linee bipolari a 24V che alimentano lampade votive da 1,5 W. Caduta di tensione dell'1%

SEZIONE (mm <sup>2</sup> )			1	1,5	2,5	4	6	10
N. LAMPADINE	POTENZA (W)	I <sub>B</sub> (A)	LUNGHEZZA MASSIMA (m)					
10	15	0,6	8,6	12,8	20,1	34,4	51,8	85
20	30	1,3	4,3	6,4	10,7	17,2	25,9	42
30	45	1,9	2,8	4,2	7,1	11,5	17,2	28
40	60	2,5	2,1	3,2	5,3	8,6	12,9	21
50	75	3,1	-	2,5	4,3	6,9	10,3	17
60	90	3,8	-	2,1	3,5	5,7	8,6	14
70	105	4,4	-	-	3	4,9	7,3	12
80	120	5	-	-	-	4,3	6,4	10
90	135	5,6	-	-	-	3,8	5,7	9,5
100	150	6,3	-	-	-	3,4	5,1	8,5
110	165	6,9	-	-	-	3,1	4,7	7,8
120	180	7,5	-	-	-	-	4,3	7,2
130	195	8,1	-	-	-	-	4,0	6,8

**Per le due dorsali verrà utilizzato un cavo bipolare da 10 mmq tipo H03VV-F oppure A05VV-U.**

Le dorsali saranno protette con interruttori automatici da 10 A che assicurano la protezione contro le sovracorrenti anche delle derivazioni terminali ai loculi da 1,5 mmq come visibile dagli schemi unifilari allegati.

La sezione di 1,5 mmq, utilizzata per le derivazioni terminali ai loculi, consente di rispettare largamente il contenimento della caduta di tensione assegnata (0,25%)

Il trasformatore di sicurezza verrà installato entro contenitore chiuso (armadietto).

La potenza necessaria è pari a 240 W per ciascun blocco sarebbe possibile **scegliere pertanto un trasformatore da 400W. In accordo con quanto visto inizialmente si utilizzerà un unico trasformatore a servizio sia delle cappelle che delle colombaie.**

Il quadro conterrà anche le protezioni sugli avvolgimenti primario e secondario dei trasformatori, oltre a quello delle due linee in partenza e rientra nel campo di applicazione della norma CEI 23-51.

Di seguito si riportano le posizioni delle colombaie presenti da alimentare.



**Di seguito si riportano le posizioni dei trasformatori previsti:**



### **IMPIANTI ELETTRICI PREVISTI**

- Distribuzione secondaria, apparecchiature di comando ed utilizzazione
- Impianti elettrici asserviti agli impianti tecnologici

Per quanto detto, il colombario sarà dotato di quadro elettrico dedicato costituito da un interruttore generale di tipo magnetotermico differenziale generale con a valle n.2 interruttori automatici di tipo magnetotermico collegati sul secondario del trasformatore.

Dal quadro elettrico da allocare all'interno di un armadio base in SMC con serratura di dimensioni 600x600 posato a pavimento da esterno. Partiranno n. 2 linee elettriche dorsali bipolari alimentate a 24 V.

Il nuovo quadro elettrico sarà alimentato dal quadro esistente; per il passaggio del cavo di alimentazione si sfrutterà un cavidotto interrato esistente che termina su un pozzetto posto nei pressi del lotto in oggetto. Dal pozzetto esistente si provvederà alla posa interrata **di tubazione corrugata DN 40 e corda in rame nuda da 16mmq**; saranno quindi realizzati **scavi a sezione obbligata, per profondità fino a 0,50 mt** (norma CEI

11-7), con disposizione del materiale di risulta in cumulo di fianco allo scavo in terreno vegetale.

Il cavidotto interrato sarà posto in opera negli scavi predisposti come sopra menzionato, su fondo resistente, sul quale sarà costruito un letto di sabbia e ghiaia di opportuno spessore. Il cavidotto da interrare sarà di tipo corrugato a doppia parete per cavidotti tipo normale di colore rosso esternamente e nero internamente, adatte per l'impiego a protezione dei cavi elettrici in bassa tensione. Il diametro interno del tubo deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti con un minimo di 16 mm.

Dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Resistenza allo schiacciamento: (CEI EN 50086-2-4/A1CEI23-46; V1) 450N con deformazione diametro interno pari al 5% - MARCHIO IMQ - marcatura CE.
- Costituzione: stabilizzato ai raggi UV con garanzia 1 anno dalla data di produzione riportata sul tubo.
- Raggio di curvatura minimo: 15 volte il diametro esterno.
- Temperatura impiego: - 50°C +60°C.
- I tubi dovranno appoggiare sopra lo strato di sabbia. Le tubazioni per il contenimento dei cavi a sezione cilindrica liscia raccordata a bicchiere ad una estremità, e loro accessori saranno conformi alla (norma CEI 23-29) con resistenza minima allo schiacciamento di una forza di 750N e devono portare impresso il marchio di qualità IMQ.

## **IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di terra sarà tale da proteggere esclusivamente il quadro elettrico generale, la distribuzione principale in Bassa Tensione, le dorsali e i quadri elettrici secondari di zona fino ai trasformatori di isolamento dove la tensione di alimentazione è di 230V/400V.

Ai fini della realizzazione della protezione contro i contatti indiretti mediante "interruzione automatica dell'alimentazione" - secondo le prescrizioni della Norma C.E.I. 64-8 - l'impianto di terra garantirà, entro margini molto ampi, il coordinamento con il dispositivo di protezione generale differenziale ad alta sensibilità.

Per attuare la protezione mediante dispositivi differenziali e per realizzare un corretto sistema di protezione contro i pericoli di folgorazione, le norme relative agli impianti BT, stabiliscono, per i sistemi TT, che sia verificata la seguente relazione:

$$R_T = \frac{50}{I_{\Delta n}} 166 \Omega$$

Dove  $R_T$  è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione,  $I_{\Delta n}$  è il valore nominale della corrente di intervento dei differenziali di valore più elevato collegati alla stessa fase e 50 è la tensione massima di contatto ammissibile sulle masse in ambienti civili.

L'impianto elettrico sarà dotato di nodo equipotenziale da inserire all'interno del quadro elettrico; il nodo sarà allacciato tramite cavo giallo verde di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> alla corda di rame esistente facente parte dell'impianto di terra del cimitero

Per quanto concerne l'impianto elettrico strettamente legato al colombario l'impianto di terra non è previsto, in quanto non necessita di protezione perché è alimentato in bassa tensione 24V (circuito SELV).

### **TRASFORMATORE DI SICUREZZA**

Il trasformatore di sicurezza dovrà garantire la separazione galvanica tra il circuito primario a 230V e il circuito secondario di alimentazione delle lampade votive nelle condizioni di esercizio più gravose, fondamentalmente tramite un doppio isolamento o tramite uno schermo metallico connesso a terra. Il trasformatore di sicurezza dovrà rispondere alle prescrizioni della (norma CEI EN 61558-2-6 CEI 96-7).

I trasformatori sono stati scelti in maniera tale che la taglia della macchina sia almeno del 20% superiore al carico massimo previsto; in tal modo la macchina, tolte le perdite, è comunque sovradimensionata e dunque soggetta a limitate sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche. In tal modo la vita dei trasformatori aumenta sensibilmente.

Ricordiamo che negli impianti SELV con tensione non superiore a 25 V la protezione contro i contatti diretti ed indiretti si ritiene sempre assicurata (norma 64.8/4 411.1.4.3).

## IMPIANTO DI ILLUMIANZIONE ESTERNO

L'impianto relativo all'illuminazione di alcuni viali del cimitero è stato progettati con riferimento:

- Legge regionale n.13 del 22 agosto 2006: "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico".
- Norma UNI 10819: prescrive i requisiti degli impianti di illuminazione esterna, per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale.
- Norma EN 13201: "Illuminazione stradale".

Per la progettazione illuminotecnica si è adottata la procedura prevista dalla normativa europea:

1. E' stata selezionata la situazione di illuminazione, in funzione del tipo di strada presa in considerazione per la progettazione.

<b>Tipo</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Limiti di velocita' km/h</b>	<b>Categoria illuminotecnica di riferimento</b>
A1	Autostrade extraurbane	130-150	ME1
A1	Autostrade urbane	130	ME1
A2	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME3a
A2	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	ME3a
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a
B	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME4a
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70-90	ME3a
C	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b
C	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a
D	Strade urbane di scorrimento veloce	50	ME3a
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3a
E	Strade urbane di quartiere	50	ME3c
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	ME3c
F	Strade locali extraurbane	50	ME3a

F	Strade locali extraurbane	30	ME4b
F	Strade locali urbane (tipi F1 e F2)	50	S3/ME5
F	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	ME4b
F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4
F	Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE5/S3
F	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3
F	Strade locali interzonali	50	-
F	Strade locali interzonal	30	-
-	Piste ciclabili	non dichiarato	S3
-	Strade a destinazione particolare	30	-

**Tabella A - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento**

Nel caso in esame, in base alla tabella A, la classificazione della strada scelta sarà il tipo F, e la categoria illuminotecnica di riferimento sarà CE5/S3.

2. La categoria illuminotecnica sopra individuata può essere corretta, innalzandola o abbassandola in relazione alle variazioni, positive o negative, connesse con i seguenti parametri:

Parametro di influenza	Variazione della categoria illuminotecnica	Non si applica a
Compito visivo normale		A1
Condizioni non conflittuali	-1	
Flusso di traffico < 50% rispetto al massimo		
Flusso di traffico < 25% rispetto al massimo	-2	
Segnaletica attiva nelle zone conflittuali	-1	-
Indice di resa dei colori >= 60	-1 (a discrezione)	
Indice di resa dei colori < 30		
Pericolo di aggressione		
Presenza di intersezioni e/o svincoli a raso	+1	
Prossimità di passaggi pedonali		
Prossimità di dispositivi rallentatori		

**Tabella B: indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza**

Nella redazione di questo progetto, non è stata apportata alcuna modifica alla categoria illuminotecnica.

3. Sono stati confrontati i "requisiti prestazionali" della categoria illuminotecnica previsti dalla norma (Tabella C), con quelli calcolati.

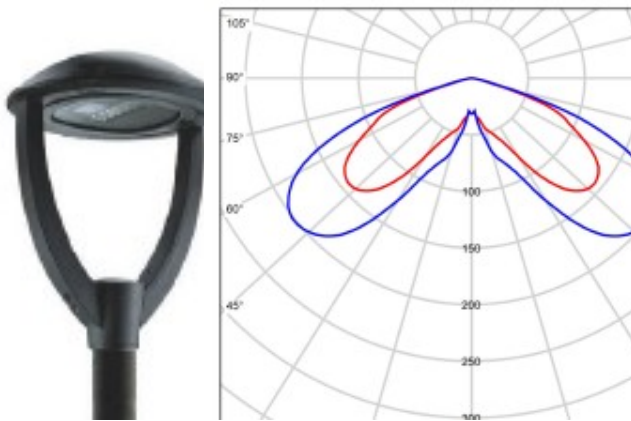
Illuminamento orizzontale – Class		
Classe	E. Medio [lx] (minimo mantenuto)	E.n (ma
S1	15	
S2	10	
S3	7.5	
S4	5	
S5	3	

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguita'
	L min.mantenuta [cd/m2]	Uo min.	UI min.	TI% max (+5% per sorgenti a bassa luminanza)	SR 2 min. (in assenza di aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata)
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	Nessun requisito

**Tabella C: categorie illuminotecniche serie me: strade a traffico motorizzato dove e' applicabile il calcolo della luminanza, per condizioni atmosferiche prevalentemente asciutte**



*Apparecchio utilizzato:*

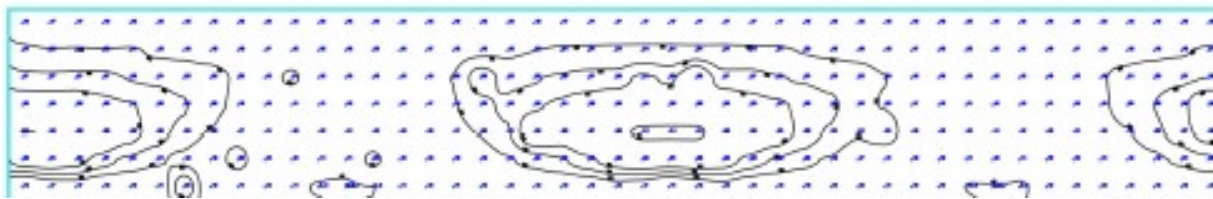
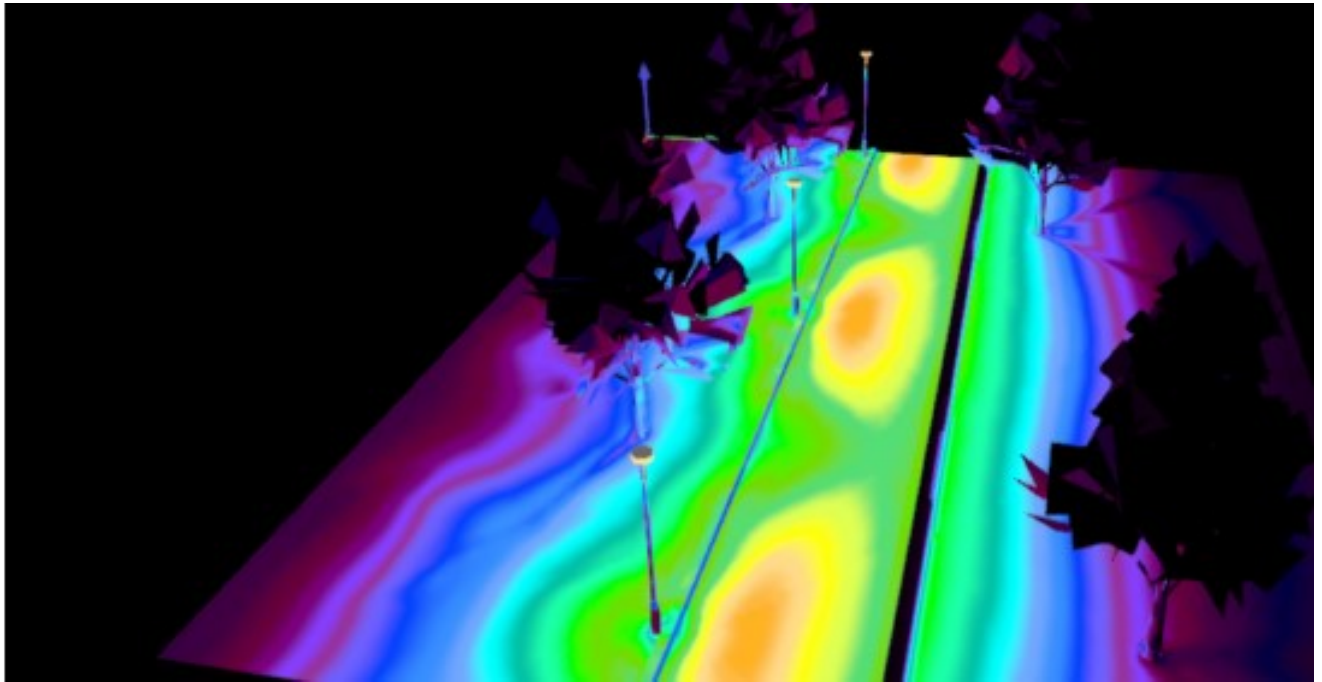


L'intervento prevede al realizzazione di un impianto di illuminazione esterno a servizio di alcuni viali; l'impianto sarà realizzato mediante armatura decorativa tipo VENERE MINI 20 W o similare da installare su palo conico diritto di h=3,5 m.

> **Caratteristiche tecniche**

Caratteristiche principali	
Applicazioni	Illuminazione urbana : strade urbane e residenziali, piste ciclabili, parche
Tipo apparecchio	Apparecchio artistico a LED
Tipo di montaggio	Montaggio portato
Grado di protezione	IP66   IK08 Protezione elettrica: EOS Protection System   Protezione chimica: VC
Potenza effettiva	15 ÷ 7z0 W
Flusso luminoso nominale	2.185 ÷ 11.996 lm (@ T <sub>J</sub> =85°C, I <sub>F</sub> <500mA)
Efficienza luminosa apparecchio	90 ÷ 120 lm/W (@ T <sub>J</sub> =85°C, I <sub>F</sub> <500mA)
Temperatura	Temperatura Operativa: -40°C ÷ +45°C   Temperatura di stoccaggio: -4
Garanzia	20 anni o 100.000 ore
I.P.E.A.	IPEA ≥ A++ in accordo con DM 27/09/2017 (C.A.M.)
Norme di Riferimento	EN 60598-1:2015 + A1:2018   EN 60598-2-3:2003 + A1:2011   IEC TR   CISPR 15:2013 + AMD1  IEC 61547:2009   IEC 61000-3-2:2018   IEC 6 EN 55015:2013 + AMD1   EN 61547:2009   EN 61000-3-2:2014   EN 61
Marchi e crtificazioni	CE, RoHS, IP66, IK08, Sicurezza Fotobiologica, EOS Free, VOC Free
Caratteristiche ottiche	
Fotometrie	Asimmetriche; Rotosimmetriche; Ellittiche;
Sorgente luminosa	HI power LED
Temperatura di colore correlata	2.200K   2.700K   3.000K   4.000K   5.000K   5.700K   5 Step MacAdar





Proprietà	$\bar{E}$	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Superficie di calcolo 1 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.050 m	20.9 lx	9.61 lx	41.8 lx	0.46	0.

### GRADI DI PROTEZIONE DEI COMPONENTI

Certa la tipologia degli ambienti cimiteriali, l'impianto elettrico dovrà presentare i seguenti gradi di protezione minimi, come prescritto dalle (norme CEI EN 60529 e CEI EN 60670-1):

- nei luoghi all'interno IP40
- nei luoghi all'esterno o dove sono prevedibili spruzzi d'acqua IP55.

La norma (CEI EN 60529) "Gradi di protezione degli involucri", stabilisce un sistema di classificazione dei gradi di protezione degli involucri per materiale elettrico, la cui tensione nominale non supera 72,5 kV. Questa norma permette di indicare, attraverso il codice IP (Degree of Protection), il livello di protezione degli involucri per materiale elettrico, contro

l'accesso a parti pericolose interne all'involucro e contro la penetrazione di corpi solidi estranei e dell'acqua.

#### **PORTALAMPADE**

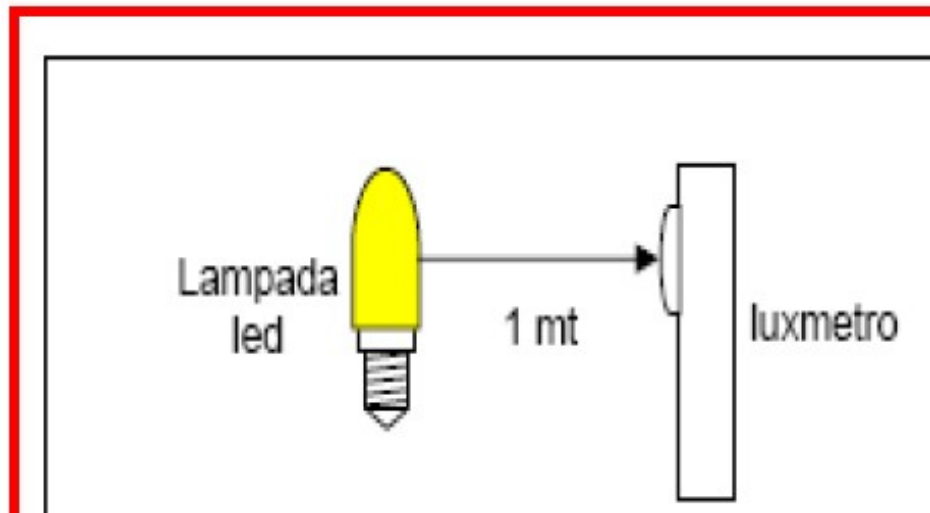
I portalampada da utilizzare come raccomandato dalla (norma europea EN 60238) devono essere del tipo in PA 6 +15%FG, specifico per impianti cimiteriali, in grado di garantire un sicuro contatto tra la lampada e la linea di alimentazione. Ai fini della durata, non è ammesso installare portalampada del tipo per uso civile e posa all'interno, con parti metalliche in ferro zincato. La linea di alimentazione deve essere collegata al portalampada mediante connettore a compressione, saldatura a stagno o direttamente innestata, come nel caso previsto nei portalampada specifici per uso cimiteriale.

#### **LAMPADE VOTIVE**

Tutte le lampade votive previste saranno a LED a bassissimo consumo con potenza nominale  $\leq 0.5W$ .

Le lampade elettroniche a tecnologia led sono dei dispositivi che utilizzano le caratteristiche dell'emissione luminosa prodotta dalla giunzione dei diodi led che offre un alto rendimento relativamente all'efficienza luminosa rispetto ai consumi. Come per tutte le tecnologie innovative, ci sono degli aspetti negativi che vanno affrontati per poter ottenere livelli di equivalenza e compatibilità accettabili rispetto ai dispositivi da sostituire; l'aspetto prevalente da tenere in considerazione per la tecnologia a led è la luminosità.

La minima luminosità richiesta è di 1 lux ad un metro, perpendicolare al punto medio dell'ottica rispetto all'asse lampada (piano orizzontale)



Nel caso in cui la lampada sia dotata di sensore luminoso per l'equalizzazione proporzionale della luminosità rispetto alla luce ambiente, il riferimento della minima luminosità è di 0,6 lux in condizioni di buio e 1 lux in condizioni di luce diurna. Il costruttore, in questo caso, dovrà fornire un'accurata documentazione che certifichi il range di regolazione in base alla luminosità ambiente e le caratteristiche tecniche del sensore applicato. Dovrà inoltre provvedere ad aggiungere nella campionatura almeno due lampade con il sensore disattivato (massima luminosità) al fine di poter procedere ai collaudi.

### **ALLACCIAMENTO LAMPADE VOTIVE**

Non esistono norme specifiche che trattano la costruzione dell'impianto di illuminazione nei monumenti funerari; in ogni caso è bene considerare il fattore estetico cercando di eseguire gli allacciamenti seguendo dei percorsi il più possibile nascosti ed interni al monumento.

Verranno ora illustrati, in breve, i principi adottati in fase di progettazione.

### **RIMOZIONE IMPIANTO ESISTENTE**

Ne' E' prevista la rimozione e bonifica dell'impianto esistente e il ripristino dell'impianto esistente utilizzabile al fine di garantire al termine dei lavori il perfetto funzionamento dei tutti i lumini del cimitero comunale

### **GENERALITA'**

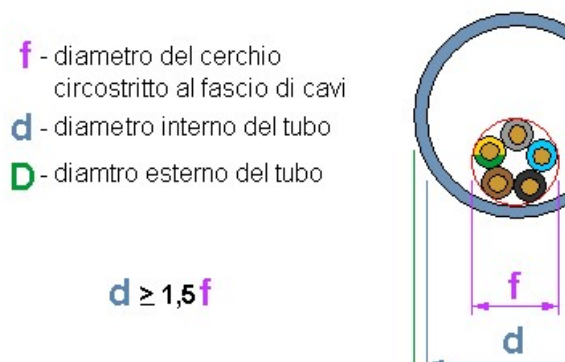
I principi adottati nella progettazione degli impianti elettrici sono stati: scelta delle soluzioni più adatte, calcolo del reale fabbisogno, giusto dimensionamento, crescita organica, ragionevole

lungimiranza. Con l'adozione dei suddetti principi si è ricercata un'alta affidabilità di funzionamento degli impianti elettrici, con adeguati livelli di sicurezza per gli operatori.

### TUBI PROTETTIVI CANALINE IN PVC E SCATOLE DI DERIVAZIONE

I tubi protettivi saranno rigidi in polivinilcloruro serie pesante UNEL 37118-72 per posa in vista e flessibili serie pesante UNEL 37122-70 per posa incassata.

Il diametro interno dei tubi sarà pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo sarà sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi.



Le giunzioni dei conduttori saranno eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti. Dette cassette saranno costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, risulterà inoltre agevole la dispersione di calore in esse prodotte. Il coperchio delle cassette offrirà buone garanzie di fissaggio e sarà apribile solo con attrezzo. Tutte le scatole di derivazione e i tubi sopracitati avranno la certificazione del marchio IMQ.

### CAVI E CONDUTTORI

I cavi utilizzati saranno del tipo non propagante l'incendio a NORME CEI per tensioni ( $V_0/U$ ) non inferiori a 450/750 V.

I cavi per i circuiti luce saranno del tipo CPR con sezione non inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup>.

I cavi, considerando il luogo di installazione, saranno del tipo CPR in accordo con quanto previsto dal D.Lgs 106/17 e denominati **Cca-s3,d1,a3 e Eca**

LIVELLO RISCHIO EUROCLASSE CPR CEI-UNEL 35016 LUOGHI DI IMPIEGO CEI 64-8 N			
EUROCLASSE CPR CEI-UNEL 35016	LIVELLO RISCHIO	LUOGHI DI IMPIEGO CEI 64-8	NUOVI CAVI CPR
B2ca - s1a, d1, a1	ALTO	Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee. Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m.	FG180M18 - 0,6/1 kV FG180M16 - 0,6/1 kV
Cca - s1b, d1, a1	MEDIO	Strutture sanitarie che erogano prestazioni in regime di ricovero ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo e/o diurno, case di riposo per anziani con oltre 25 posti letto; strutture sanitarie che erogano prestazioni di assistenza specialistica in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di diagnostica strumentale e di laboratorio. Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato. Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico-alberghiere, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti letto; strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone. Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti. Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici. Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi,	FG160M16 - 0,6/1 kV FG17 - 450/750 V H07Z1-K type 2 - 450/750 V

### **COLORI DISTINTIVI DEI CAVI**

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEIUNEL. In particolare i conduttori di neutro e protezione saranno contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore gialloverde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, saranno contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

### **SEZIONI MINIME E CADUTE DI TENSIONE AMMESSE**

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e delle lunghezze dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) saranno scelte fra quelle unificate.

In ogni caso non verranno superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEIUNEL. Le sezioni principali della distribuzione sono state calcolate mediante programma computerizzato.

### **SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI NEUTRI**

Le sezioni dei conduttori neutri non saranno inferiori a quelle dei corrispondenti conduttori di fase.

Per conduttori in circuiti polifase, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori neutri sarà ridotta alla metà di quella di fase col minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup>.

## PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE

I conduttori che costituiscono gli impianti saranno protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi, in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare i conduttori sono stati scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di massima potenza da trasmettere in regime permanente.

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione avranno una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la loro corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ad 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:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z \quad (2)$$

La seconda delle due disuguaglianze sopraindicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle NORME CEI 23-3.

Per quanto riguarda il cortocircuito per guasti all'origine (trifase) e al termine delle condutture (monofase) è verificata che l'energia passante degli interruttori in corrispondenza dei due valori di  $I_c$  ( $E_p = \int i^2 dt$ ) risulta inferiore a quella ammessa per i cavi utilizzati.

All'inizio di ogni impianto utilizzatore sarà installato un interruttore generale multipolare munito di adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.

## SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Per contatto diretto si intende il contatto con parti attive. Attiva è ogni parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, ma escluso per convenzione il conduttore PEN.

Ai fini della protezione contro i contatti diretti si utilizza l'isolamento principale. Il materiale isolante deve ricoprire completamente le parti attive ed essere rimovibile solo mediante distruzione. Il materiale isolante deve essere adeguato alla tensione nominale e verso terra del sistema elettrico, deve resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, vibrazioni), agli sforzi elettrodinamici e termici, alle alterazioni chimiche (dovute all'ossigeno, all'ozono, alle radiazioni ultraviolette, ecc.) cui può essere esposto durante l'esercizio. Vernici, lacche, smalti e simili non sono in genere da considerare atti ad assicurare un isolamento idoneo ai fini della protezione contro i contatti diretti; tali materiali, normalmente usati ai fini dell'isolamento funzionale, non sono accettabili per l'isolamento principale.

Le misure di protezione contro i contatti diretti in bassa tensione possono essere totali o parziali.

- Le misure di protezione totali sono destinate alla protezione delle persone non addestrate ai fini elettrici e vengono applicate in luoghi ordinali. Le misure di protezione parziali sono adibite alla protezione delle persone elettricamente addestrate (qualificate) e vengono applicate nei luoghi dove hanno accesso soltanto queste persone (officine elettriche).
- Le misure di protezione totali sono costituite dall'isolamento e dagli involucri o barriere.

L'involucro è un elemento che assicura la protezione contro i contatti diretti in ogni direzione, mentre la barriera è un elemento che assicura un determinato grado di protezione contro i contatti diretti nella direzione abituale di accesso.

Ricordiamo che il grado di protezione di un involucro, o barriera, è identificato dalle lettere IP seguite da due cifre: la prima cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione di corpi estranei, la seconda cifra indica il grado di protezione contro i liquidi.

In linea generale, diciamo che il grado di protezione IP2X è sufficiente in ogni caso a garantire la protezione contro i contatti diretti.

La norma (CEI 64-8) impone che le barriere e gli involucri siano saldamente fissati.

L'involucro, o barriera, può essere rimovibile tramite l'uso di chiave, purché la chiave sia in possesso solo di personale elettricamente addestrato. Ne consegue che la semplice chiusura a chiave non è accettabile laddove non sia disponibile personale elettricamente addestrato, come ad esempio negli edifici civili, ecc.

Il personale addestrato, che abbia avuto accesso a parti attive, deve di regola sezionare il circuito prima di intervenire su parti attive o nelle loro vicinanze. In casi di riconosciuta necessità è ammesso eseguire lavori su parti in tensione, purché l'ordine sia dato dal capo responsabile (Appendice n.2, DPR 547/55 art. 344).

Nei lavori su parti in tensione, l'operatore deve indossare:

- guanti isolanti, visiera di protezione, elmetto dielettrico;
- vestiario che copre il tronco e gli arti superiori e inferiori (CEI11-27).

Nei locali dove sono ammesse soltanto persone addestrate, officine elettriche, ecc, la protezione contro i contatti diretti può essere parziale mediante ostacoli.

L'ostacolo è per definizione un elemento inteso a prevenire un contatto diretto involontario con le parti attive, ma non a impedire il contatto diretto intenzionale. L'ostacolo, al contrario dell'involucro, o barriera, non assicura quindi una protezione totale, ma parziale. L'ostacolo non ha un grado di protezione minimo, poiché previene il contatto diretto involontario, cioè accidentale. Le misure di protezione contro i contatti diretti indicate precedentemente tendono ad evitare il contatto diretto (protezione passiva). Se tuttavia



avviene un contatto diretto, per imprudenza dell'utente o perché viene meno la protezione passiva, la corrente che attraversa il corpo umano non è di certo sufficiente per provocare l'intervento dei dispositivi di protezione a massima corrente. L'unico dispositivo di protezione che può intervenire, in casi del genere, è l'interruttore differenziale. Vengono a tal fine denominati ad alta sensibilità gli interruttori differenziali con corrente nominale differenziale d'intervento  $I_{dn}$  non superiore a 30 mA. Questo valore di corrente non corrisponde a quello che il corpo umano può sopportare per un tempo indefinito, ma rappresenta un compromesso tra esigenze di protezione delle persone e di servizio dell'impianto.

### **SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Nel caso di contatto di una persona con una massa si parla di contatto indiretto, ad esempio la carcassa di un motore, o con una parte conduttrice connessa con la massa, durante un guasto di isolamento. Con il termine massa si intende una parte conduttrice, facente parte dell'impianto elettrico, che può essere toccata in condizioni ordinarie di isolamento, ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale.

Contro i contatti indiretti, le misure di protezione più comuni sono:

- Collegamento equipotenziale locale non connesso a terra. Un collegamento tra le masse degli apparecchi di classe I, e tra queste e le masse estranee, elimina ogni differenza di potenziale che è causa del pericolo. La presenza del guasto non determina l'intervento delle protezioni. Il pavimento deve essere isolante, oppure conduttore e collegato all'insieme equipotenziale.
- Interruzione automatica dell'alimentazione: i dispositivi di protezione del circuito devono intervenire in un tempo tanto più breve quanto maggiore è la tensione sulle masse, secondo una curva limite tensione-tempo compatibile con la protezione del corpo umano.
- Impiego di apparecchi con isolamento doppio o rinforzato: in caso di cedimento dell'isolamento principale la persona è protetta dall'isolamento supplementare. Un apparecchio con isolamento doppio o rinforzato è denominato apparecchio di classe IL.
- Separazione dei circuiti. L'apparecchio è alimentato da una sorgente autonoma o dalla rete di distribuzione generale tramite un trasformatore che ha il compito di

isolare il circuito secondario dagli altri circuiti elettrici e da terra (trasformatore di isolamento).

- Locali isolanti. L'apparecchio è utilizzato in un ambiente isolato da terra e senza masse estranee; il cedimento dell'isolamento principale non è perciò pericoloso per le persone. La protezione risiede nell'ambiente.
- Bassissima tensione di sicurezza. L'apparecchio è alimentato da un sistema elettrico a tensione non superiore ai limiti di sicurezza, e sono presi provvedimenti perché tali limiti non siano superati. Un apparecchio destinato ad essere alimentato a bassissima tensione di sicurezza è denominato apparecchio di classe III.

La protezione attiva, che prevede l'interruzione del circuito in caso di contatto indiretto, si attua mediante la messa a terra; tale protezione è richiesta dalla Legge 46/90 per tutte le parti metalliche soggette a contatto delle persone che per difetto dell'isolamento o per altre cause potrebbero trovarsi in tensione. Tutte le giunzioni fra le varie parti di un dispersore, nonché quelle fra il dispersore ed il conduttore di terra, dovranno essere tali da sopportare gli sforzi meccanici dovuti ad eventuali assestamenti del terreno e dovranno avere superficie di contatto adeguate alla corrente di corto circuito dell'impianto.

## **PROTEZIONE DIFFERENZIALE**

Come dagli schemi unifilari di progetto, nei quadri elettrici di zona, dovranno essere installati interruttori magnetotermici differenziali con soglia di intervento di 30mA e/o 300mA.

## **COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI**

Le protezioni di massima corrente in serie devono intervenire al fine di assicurare la selettività e provocare l'apertura delle sole parti di impianto soggette a guasti.

La verifica di tenuta dei conduttori all'impulso termico sarà fatta verificando la formula:

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

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)

$I^2t$  è il risultato dell'integrale di Joule per la durata del corto circuito lasciato transitare dall'interruttore

$k = 115$  per conduttori in rame isolati in PVC

$k = 135$  per conduttori in rame isolati in gomma

L'integrale di Joule sarà rilevato dalle curve caratteristiche dell'interruttore, per i valori minimo ( $I_{ccm}$ ) e massimo ( $I_{ccm}$ ) della corrente di corto circuito.

In mancanza di queste curve caratteristiche, nel calcolo dell'integrale di Joule sarà considerato per "t" il tempo di intervento dell'interruttore corrispondente alle correnti di corto circuito.

Nelle verifiche delle protezioni dai sovraccarichi delle condutture, si terrà conto della sezione più piccola delle condutture a valle del dispositivo di protezione.

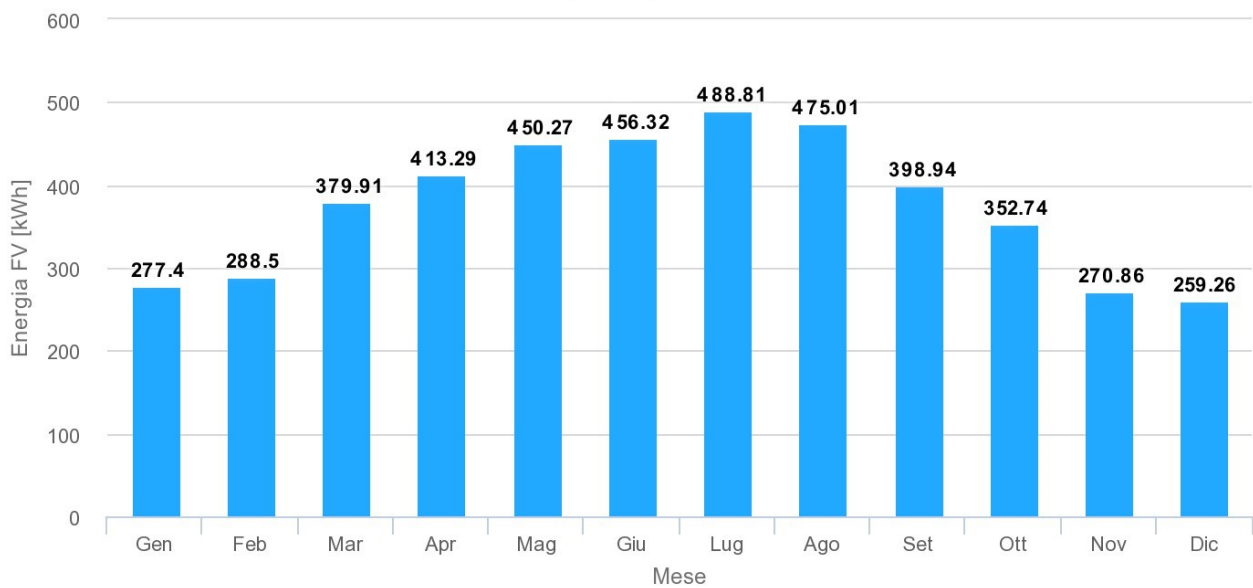
## IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON ACCUMULO

Il piano copertura , del locale posto all'ingresso ospiterà un campo fotovoltaico connesso alla rete elettrica BT.

L'impianto fotovoltaico occuperà una buona superficie al fine di garantire al cimitero, grazie all'installazione di un accumulo di energia elettrica una buona indipendenza dalla rete elettrica. L'intero campo fotovoltaico sarà composto da n. 10 moduli del tipo Silicio monocristallino da 310 Wp

Energia prodotta dal sistema FV fisso

(C) PVGIS, 2023



MESE	ENERGIA PRODOTTA(kWh)
Gennaio	<b>277.4</b>
Febbraio	<b>288.5</b>
Marzo	<b>379.91</b>
Aprile	<b>413.29</b>
Maggio	<b>450.27</b>
Giugno	<b>456.32</b>
Luglio	<b>488.81</b>
Agosto	<b>475.01</b>
Settembre	<b>398.84</b>

Ottobre	<b>352.74</b>
Novembre	<b>270.86</b>
Dicembre	<b>259.26</b>

**ENERGIA TOTALE ANNUA: 4511.31 kW**

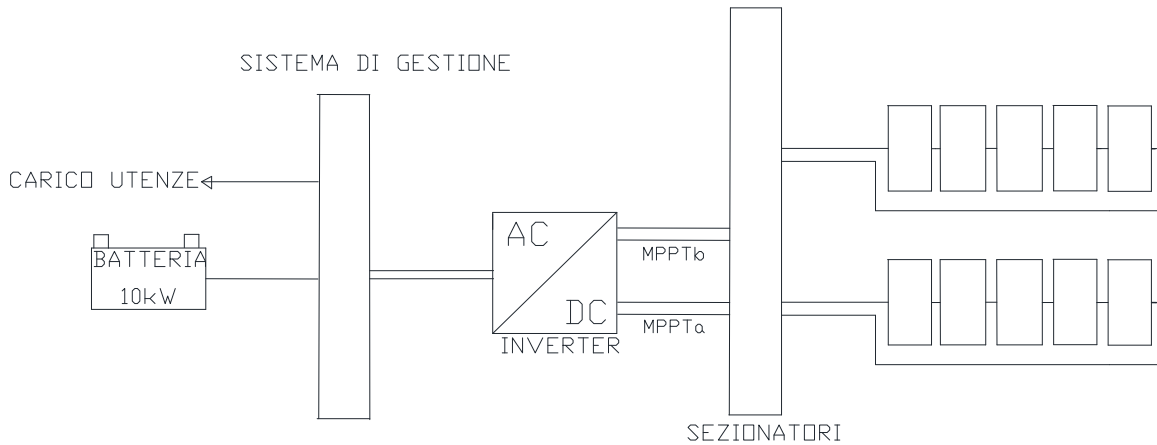
Valori inseriti:	
Luogo [Lat/Lon]:	40.432,17.472
Orizzonte:	Calcolato
Database solare:	PVGIS-SARAH2
Tecnologia FV:	Silicio cristallino
FV installato [kWp]:	3.1
Perdite di sistema [%]:	14

Output del calcolo:	
Angolo inclinazione [°]:	35
Angolo orientamento [°]:	0
Produzione annuale FV [kWh]:	4511.31
Irraggiamento annuale [kWh/m <sup>2</sup> ]:	1945.76
Variazione interannuale [kWh]:	157.78
Variazione di produzione a causa di:	
Angolo d'incidenza [%]:	-2.69
Effetti spettrali [%]:	0.71
Temperatura e irradianza bassa [%]:	-11.26
Perdite totali [%]:	-25.21

L'impianto in oggetto sarà del tipo mono-inverter. Allo stesso inverter afferiscono due stringhe di sottocampo composte da 5 moduli ciascuna per un totale di 10 moduli fotovoltaici. I moduli verranno fissati su solaio piano.

Occorre prevedere l'inserzione su ciascuna stringa di un dispositivo di protezione dalle sovracorrenti e dalle correnti inverse per evitare l'alimentazione di stringhe ombreggiate o guaste da parte delle altre poste in parallelo. La protezione da sovracorrenti può essere ottenuta mediante un interruttore termomagnetico o un fusibile, mentre la protezione per corrente inversa con diodi di blocco. La diagnostica dell'impianto è in questa configurazione rimandata ad un sistema di supervisione che provvede alla verifica della produzione delle diverse stringhe.

Di seguito uno schema di principio dell'impianto previsto:



I moduli fotovoltaici saranno installati in copertura, mentre l’inverter e l’accumulo potranno essere allocati al piano terra in apposito locale .

La linea elettrica di ingresso all’ inverter lato AC sarà protetta con interruttore automatico di tipo magnetotermico, come meglio indicato sugli schemi unifilari allegati.

Nel QUADRO ELETTRICO GENERALE in BT posto al piano terra sarà presente un interruttore generale di tipo magnetotermico differenziale a protezione della linea elettrica che collegherà il gruppo inverter al contatore.

Il sistema di gestione misura e controllo avverrà interamente sul lato BT.

Si procederà di seguito con il dimensionamento del lato AC dell’impianto fotovoltaico.

### GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il campo Fotovoltaico, come detto in precedenza è composto da N.10 moduli monocristallini da 310Wp per una potenza totale di **3100 Wp**. Il campo fotovoltaico è composto da 2 stringhe formate da 5 moduli connesse in parallelo .

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Su edificio
Numero di moduli:	10
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	3100 W

Moduli in serie:	10
Stringhe in parallelo:	2
Tensione di MPP (STC):	252.54
Numero di moduli:	10
Inclinazioni moduli:	15°

La tensione MPP della stringa risulta essere di 252.54 con una corrente di 11 A.

Si ricorda infatti che la corrente massima imponibile sulla stringa risulta pari alla più bassa corrente MPP generata tra la serie di moduli, così facendo si è ottenuto un aumento delle prestazioni dell'intero sistema ed incrementa il ritorno sull'investimento di 1-2 punti percentuali.

Per quanto concerne il sezionamento in lato DC, si prevedrà un sezionatore da 16A, che permetterà di scollegare ogni singola stringa dall'inverter a cui è collegata.

I sezionatori lato DC Devono essere necessariamente presenti in un impianto fotovoltaico, come prescritto nell'articolo 712.536.2.1.1 della norma CEI 64-8 VI edizione, per garantire il completo sezionamento del lato corrente continua dell'impianto. L'idoneità ad interrompere la corrente continua è indicata dalla sigla DC21A o DC21B che il costruttore appone sul dispositivo o sui manuali tecnici.

In funzione del numero e delle caratteristiche dei moduli fotovoltaici si è utilizzato 1 inverter monofase ibrido

### **DIFFERENZIALE LATO AC**

Quando un impianto fotovoltaico include inverter sprovvisti di separazione tra il lato c.a. ed il lato c.c., per fornire protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione, è necessario installare un dispositivo differenziale di tipo B conforme al report tecnico IEC 60755/A2 secondo la norma CEI 64-8 art. 712.413.1.1.1.2. Può essere utilizzato un differenziale di tipo A o AC nel caso in cui l'inverter, su dichiarazione della casa produttrice, non sia in grado di iniettare correnti continue (c.c.) di guasto a terra dell'impianto elettrico

La produzione di energia elettrica da parte dei moduli fotovoltaici avviene in corrente continua; tramite l'utilizzo degli inverter avviene una trasformazione in corrente alternata al fine di poterla immettere in rete.

## **PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE**

In relazione al grado di salvaguardia da sovratensioni dovute a scariche atmosferiche, gli scaricatori possono essere installati a protezione di:

- singolo modulo fotovoltaico (cella+connessioni);
- linea in corrente continua principale;
- sezione di ingresso dell'inverter (lato corrente continua);
- sezione di uscita dell'inverter (lato corrente alternata);
- punto di consegna dell'energia (per impianti connessi alla rete).

Nel caso specifico si è previsto l'utilizzo di scaricatori in ingresso all'inverter e tra campo fotovoltaico e inverter.

Gli scaricatori di sovratensione per il sistema fotovoltaico avranno le seguenti caratteristiche:

- cartucce estraibili, per manutenzione/sostituzione senza necessità di sezionare la linea;
- contatto di segnalazione remota per il monitoraggio dello stato operativo;
- riserva di funzionamento di sicurezza;
- assenza di corrente di corto circuito susseguente;
- nessun rischio in caso di inversione della polarità.

Dagli schemi unifilari e calcoli elettrici allegati sarà possibile evincere le caratteristiche tecniche dei componenti del quadro elettrico a protezione dei lati AC degli inverter e dell'interruttore da inserire all'interno del quadro elettrico generale BT.

## **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Come è noto, il corpo umano, se entra in contatto con conduttori in tensione, è sottoposto al passaggio di correnti elettriche e ciò, a seconda delle condizioni di contatto e dalla configurazione dei circuiti, può provocare lesioni gravi se non irreversibili. Per questo, per un impianto fotovoltaico, è necessario effettuare la valutazione del collegamento di messa a terra della cornice dei moduli e dell'eventuale equipotenzialità tra cornice dei moduli e sistema di fissaggio e dotare il sistema di adeguate protezioni dai contatti indiretti. Per



quanto riguarda il collegamento di messa a terra, si seguirà quanto previsto dalla CEI 82-25 che dà indicazioni utili per individuare la tipologia di collegamento da effettuare sulla base della Classe di isolamento del modulo. Per quanto riguarda le protezioni, saranno conformi alla Norma 64-8 dove è indicato che, qualora nell'impianto fotovoltaico non venga effettuata una semplice separazione tra lato in corrente alternata e lato corrente continua, è necessario installare un dispositivo di tipo B che permetta l'interruzione automatica. La stessa Norma prevede una deroga all'utilizzo dell'interruttore differenziale di tipo B qualora la casa produttrice dichiari che, l'inverter sia per costruzione tale da non iniettare correnti continue di guasto a terra nell'impianto elettrico.

### **CAVI PER ALIMENTAZIONE INVERTER E QUADRO DI PARALLELO INVERTER**

Di seguito si riportano le sezioni dei cavi dal lato AC

SIGLA CAVI: FG7OR

	LUNGHEZZA PERCORSO [m]	SEZIONE CAVO
<b>INVERTER 1</b>	15	6 mmq

### **DISALIMENTAZIONE IN CASO DI EMERGENZA**

Al fine di ottemperare a quanto richiesto dalla normativa di prevenzione incendi, al fine di consentire in caso di emergenza l'intervento degli operatori in sicurezza, evitando la possibilità di venire a contatto con parti dell'impianto fotovoltaico in tensione, si dovrà prevedere l'installazione di dispositivi di disalimentazione di emergenza sia dal lato DC che dal lato AC.

La scelta progettuale è stata quella di far convogliare ciascuna linea delle stringhe verso l'inverter; quest'ultimo essendo dotato di sezionatore generale consente gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, ma non è in grado di scollegarsi dalla parte DC in caso di emergenza. Risulta pertanto necessario predisporre dei quadri elettrici sul lato DC che contengano interruttori automatici di tipo magnetotermico collegati a bobine di sgancio attivate dal pulsante di emergenza.

Per quanto concerne il lato AC dell'impianto fotovoltaico, si provvederà ad installare una bobina di sgancio sull'interruttore automatico di tipo magnetotermico differenziale generale.

Sugli schemi unifilari sono riportate le bobine di sgancio con la denominazione P.A.

## **SISTEMI DI CONTROLLO E MONITORAGGIO CON SOLUZIONE PLUG&PLAY**

In ciascun locale quadro elettrico generale BT sarà presente un Controllore programmabile e un quadro di monitoraggio che contribuirà ad aumentare l'efficienza degli impianti fotovoltaici attraverso un'attenta e puntuale gestione degli inverter, dei contatori di produzione e dei sensori che normalmente corredano questi tipi di impianto.

Il monitoraggio dei dati e il controllo delle apparecchiature consente di avere una panoramica completa di ciò che accade sull'impianto, con la possibilità di essere avvisati in tempo reale con una email o un sms dell'insorgenza di eventuali problematiche o del superamento dei limiti programmati.

## **DIMENSIONAMENTO CAVI SOLARI**

Con riferimento al dimensionamento dei cavi solari sul lato di DC si è progettato in considerazione del fatto che la sezione del cavo solare va ridotta all'aumentare della tensione di sistema e al diminuire della lunghezza, al contempo la sezione del cavo va incrementata all'aumentare della corrente sul cavo e all'aumentare della temperatura del conduttore.

Di seguito si riportano le formule per il calcolo della sezione e resistenza del conduttore:

$$s = \rho \times L/R \quad (L = \text{lunghezza}; s = \text{sezione}; \rho = \text{resistenza specifica}; R = \text{resistenza conduttore})$$

$$R = \Delta V/I \quad (\Delta V = \text{caduta di tensione ammessa}; I = \text{corrente massima nel conduttore})$$

Dove

P dipende dalla temperatura e si può calcolare come:  $\rho = \rho_0 \times (1 + (\alpha \times t))$  ( $\rho_0$  = resistività a 0°C pari a 0,016  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$  per il rame;

$\alpha$  = coefficiente di temperatura, nel rame è 0,0042 °C<sup>-1</sup>;

t = temperatura del conduttore)

## **SEZIONE E PORTATA**

La sezione di un cavo deve essere tale per cui:

- la sua portata  $I_z$  non sia inferiore alla corrente d'impiego  $I_b$ ;
- la caduta di tensione ai suoi capi sia entro i limiti imposti.

Nelle condizioni di normale funzionamento ogni modulo eroga una corrente prossima a quella di corto circuito, sicché la corrente d'impiego per il circuito di stringa è assunta pari a:

$$I_b = 1.25 \times I_{SC}$$

dove  $I_{SC}$  è la corrente di corto circuito in condizioni di prova standard e la maggiorazione del 25% tiene conto di valori di irraggiamento superiori a  $1\text{kW/m}^2$ .

Quando l'impianto fotovoltaico è di grosse dimensioni e suddiviso in sottocampi, i cavi che collegano i quadri di sottocampo all'inverter devono condurre una corrente d'impiego pari a:

$$I_b = y \times 1.25 \times I_{SC}$$

dove  $y$  è il numero di stringhe del sottocampo afferenti allo stesso quadro.

La portata  $I_0$  dei cavi è indicata dai costruttori usualmente a  $30^\circ\text{C}$  in aria libera. Per tener conto delle condizioni di posa e di temperatura, la portata  $I_0$  deve essere ridotta di un coefficiente (ove non indicato dal costruttore) pari a:

$$k_1 = 0.58 \times 0.9 = 0.52 \text{ per i cavi solari}$$

$$k_2 = 0.58 \times 0.91 = 0.53 \text{ per i cavi non solari}$$

Il fattore 0.58 tiene conto della posa sul retro dei moduli dove la temperatura ambiente raggiunge i  $70^\circ\text{C}$ , il fattore 0.9 della posa in tubo o canale dei cavi solari, mentre il fattore 0.91 tiene conto della posa in tubo esposto al sole dei cavi non solari.

Negli impianti fotovoltaici la caduta di tensione ammessa è del 1-2% (anziché dell'usuale 4% degli impianti utilizzatori) al fine di limitare il più possibile la perdita di energia prodotta per effetto Joule sui cavi.

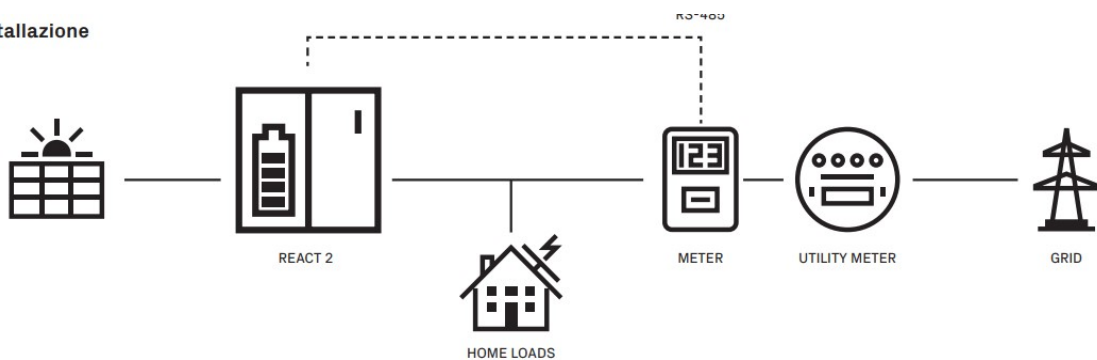
## SISTEMA DI ACCUMULO

La soluzione di accumulo BATTERY-BOX avrà potenza pari a **10,24 kW**.



Il sistema sarà costituito da batterie un accumulo totale di 10,24 kW, dotato di sistema di gestione della batterie.

Nuova installazione



Grazie alla possibilità di installazione sul lato AC o DC dell’impianto, è la soluzione ideale sia per nuovi impianti che retrofit su impianti già esistenti, permettendo agli utenti di aumentare il loro autoconsumo e di risparmiare sulle bollette.

Con un design modulare, il sistema offre un’ampia capacità di accumulo, che varia in base al numero di batterie utilizzate e può raggiungere fino al 90% di indipendenza energetica. Il numero di batterie può essere integrato in qualsiasi momento durante il ciclo di vita del prodotto.

Ampia flessibilità di installazione e ottimizzazione degli spazi disponibili grazie alle diverse possibilità di montaggio.

Facile e veloce da installare grazie alla connessione “plug and play”, presente sia sul lato inverter che sul lato batteria.

Le funzionalità di data logger integrate e il trasferimento diretto dei dati a una piattaforma

sicura in cloud permettono agli utenti di controllare e monitorare il loro sistema tramite una mobile app dedicata.

Le interfacce di comunicazione avanzate, insieme a un efficiente protocollo di comunicazione Modbus compatibile con Sunspec, consentono una facile integrazione dell'inverter anche con dispositivi di monitoraggio e controllo di terze parti.

Quanto non specificato nella presente relazione sarà desumibile dagli allegati grafici.

*Novembre 2022*