



Comune di Montepandone

**P.N.R.R. Missione 4 – Istruzione e Ricerca – Componente 1 – Potenziamento dell’offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università –
Investimento 1.2: Piano di estensione del tempo pieno e mense.
AMPLIAMENTO MENSA SCOLASTICA PRESSO SCUOLA DI INFANZIA COLLE GIOIOSO**

ELABORATO TECNICO

RT_RELAZIONI TECNICHE

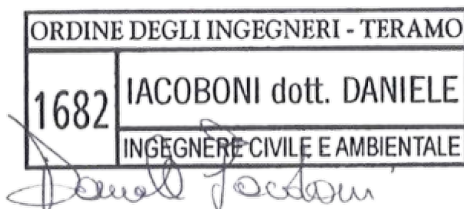
**RT
011**

Relazione progetto impianti elettrici

PROGETTAZIONE

Ing. Daniele Iacoboni

Via Dante Alighieri 4 - 64011 Alba Adriatica (TE)
e-mail: iacobonidaniele@gmail.com
PEC: daniele.iacoboni@ingte.it



COMMITTENTE

Comune di Montepandone

Piazza dell'Aquila, 1 - 63076 Montepandone AP
Partita IVA: 00376950440

Il R.U.P. Geom. Pino Cori.....

AGGIORNAMENTO

DATA

DESCRIZIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

0

Gennaio 2023

Emissione

D.I.

D.I.

D.I.

1

Marzo 2023

Revisione

D.I.

D.I.

D.I.

1 Sommario

2	Premessa	2
3	Fornitura di energia elettrica.....	3
4	Attività svolta – Normativa applicabile	5
5	Criteri generali di progetto	8
6	Impianto di terra.....	16
7	Prescrizioni particolari per gli impianti. Disposizioni riguardanti la posa e il tipo dei materiali.	17
8	Illuminazione ambienti	24
9	Verifiche e manutenzioni dell'impianto	24
10	Messa in esercizio ed omologazione dell'impianto.....	27
11	Impianto FV	27

2 Premessa

Oggetto

Oggetto della presente relazione è la descrizione dei criteri di progettazione definitiva-esecutiva seguiti per l'**impianto elettrico** da installare presso il seguente complesso:

Nuova mensa – Scuola materna
via Colle Gioioso
Comune di Monteprandone

Trattasi di un ampliamento di una scuola materna esistente. Si prevede la realizzazione di una nuova cucina, nuovi locali mensa e nuovi servizi. Gli impianti saranno alimentati dalla fornitura esistente. E' previsto un impianto fotovoltaico sulla copertura dell'ampliamento. Sul tetto della scuola è già presente un impianto fotovoltaico che però non fornisce energia al complesso scolastico (contatore autonomo).

Si devono eseguire **lavori di ampliamento** dell'impianto esistente. Sono già installati e quindi non oggetto del presente progetto, le seguenti parti:

- impianto di terra
- quadri QE, QG e Quadri aule della scuola
- impianti luce e FM della parte attualmente esistente

Si prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- distribuzione FM
- illuminazione principale
- illuminazione di emergenza

La presente relazione, di cui fanno parte integrante anche i seguenti documenti:

1. schemi dei quadri elettrici e delle linee di distribuzione
2. planimetria con disposizione dei componenti ed impianto di terra

illustra:

- i criteri seguiti per la progettazione

- le indicazioni per la scelta dei materiali e la esecuzione degli impianti
- le indicazioni per l'esercizio degli impianti

Criteri ambientali minimi (CAM)

Il progetto rispetta quanto previsto da:

- DM 11-10-2017 CAM Edilizia

In particolare risultano rispettati i seguenti punti del DM 11-10-2017 (allegato):

- 2.2.5 in merito di impianti fotovoltaici (presenza di impianto con potenza pari a $(Superficie/50)+10\%$
- 2.3.3 approvvigionamento energetico (presenza di impianto FV)
- 2.3.5.4 inquinamento elettromagnetico (posizionamento dei quadri in ambienti con assenza di persone)
- 2.3.6 piano di manutenzione dell'opera
- 2.3.7 fine di vita (materiale riciclabile a fine vita)
- 2.4.2.12 illuminazione di interni (utilizzo di corpi illuminanti aventi efficienza luminosa $\geq 80 \text{ lm/W}$ e $Ra > 90$ (interni) $Ra > 80$ (esterni)).

Aspetti particolari

- è previsto un impianto fotovoltaico sulla copertura dell'ampliamento (vedere planimetrie allegate)
- è presente un impianto FV che però non fornisce potenza alla scuola (contatore dedicato)

3 Fornitura di energia elettrica

La fornitura di energia elettrica è quella esistente (50kW, 3F+N, 380V, Icc = 15kA nel punto di consegna). Essa è sufficiente ad alimentare anche gli ampliamenti previsti.

Al fine di determinare la potenza necessaria per il funzionamento dell'impianto si elencano le principali utenze da alimentare:

Potenza installata per la parte ampliata

Utenza	Tipo di alimentazione	Potenza installata [kW]
Luce	F+N	3
FM monofase e/o trifase	F+N - 3F+N	11
Climatizzazione	3F+N	10
Ascensore	3F+N	4
Totale potenza installata P_i		28

Ipotizzando un coefficiente di contemporaneità $K_c = 0.7$ (utilizzo al 70%), la potenza da richiedere al Distributore, per il funzionamento dell'impianto risulterà essere:

$$P_E > K_c \bullet P_i = 20 \text{ [kW]}$$

Pertanto ai fini della progettazione si assumono i seguenti dati di partenza:

<i>Tipo di alimentazione</i>	3F+N 50Hz dalla rete pubblica
<i>Potenza necessaria</i>	20 kW
<i>Corrente di c.c. al quadri della parte ampliata</i>	6kA
<i>Valore del $\cos\varphi$</i>	0.8
<i>Tipo impianto</i>	TT

4 Attività svolta – Normativa applicabile

Destinazione e/o attività svolte nei vari ambienti

Ambiente o zona	Attività e/o destinazione dell'ambiente	Note
Mensa	Scuola materna (tipo A)	<p>Luogo a maggior rischio in caso di incendio (soggetto a normativa specifica (CEI 64.8/7)</p> <p>Luogo a maggior rischio in caso di incendio tipo A in quanto l'attività rientra tra quelle elencate nel DPR 151/2011</p> <p>(controllo dei VV.F) e richiamate dalla CEI 64.8/7</p> <p>(Tipo A: <i>elevata densità di affollamento o elevato tempo di sfollamento</i>)</p>
Cucina a metano con potenza termica >100.000kcal/h	Cottura cibi	<p>Luogo a maggior rischio in caso di incendio in quanto l'attività è soggetta al controllo dei VV.F</p> <p>Attività n° 74 DPR 151-2011</p> <p>Occorre rispettare la regola di prevenzione incendi.</p> <p>Essendo la potenza termica >100.000kcal/h occorre il rilascio del CPI</p> <p>Poiché la cucina sarà realizzata con componenti marcati CE (direttiva gas DPR 661/96) vi è assenza di zone pericolose. Essendo l'attività soggetta al</p>

		<p>controllo dei VV.F, a favore della sicurezza, si sceglie di classificare il luogo come a maggior rischio in caso di incendio di tipo C (CEI 64.8/7)</p> <p>(Tipo C: <i>presenza di materiale infiammabile o combustibile</i>)</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Normativa applicabile

Normativa per materiali e apparecchi

CEI UNEL Serie 353XX per cavi CPR

Decreto 106/17 Cavi CPR

CEI 23.3 Interruttori automatici per uso domestico e similare

CEI 23.5 Prese per uso domestico e similare

CEI 23.16 Prese tipo Unel

CEI 23.12 Prese CEE

CEI 23.39 Tubi protettivi (22 leggeri) (33 medio)

CEI 23.54 Tubi protettivi rigidi in PVC

CEI 23.55 Tubi protettivi flessibili in PVC

CEI 23.19 Canali in PVC

CEI 23.9 Apparecchi di comando non automatici

CEI 23.42 23.44 Interruttori differenziali

Normativa per quadri elettrici

CEI EN 61439-1 Regole generali

CEI EN 61439-2 Quadri di potenza

CEI EN 61439-3 Quadri in bassa tensione per persone comuni (DBO)

CEI 23.51 Quadri per uso domestico e similare

2006/95/CE Direttiva bassa tensione

2004/108/CE Direttiva compatibilità elettromagnetica

Normativa per questioni generali

CEI 64.8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione <1000Vca (ed.8° 2021)

CEI 0-21 Regola tecnica per la connessione in BT

CEI 81.1 Protezione contro le scariche atmosferiche

CEI 64.12 Guida alla esecuzione degli impianti di terra

DM n° 37 22-1-08 Sicurezza impianti

D.Lvo 81 9-4-08 Testo unico sulla sicurezza e salute

Sono inoltre da rispettare tutti i decreti ministeriali inerenti la prevenzione incendi per le attività soggette al controllo dei VV.F.

Ambienti e relativa normativa

Ambienti soggetti alla norma CEI 64.8/7 (sez. 751 Luoghi a maggior rischio in caso di incendio)

La individuazione dei luoghi a Maggior Rischio in Caso di Incendio (luoghi MARCI) è compito del progettista che farà riferimento alla tab. 51A (influenze esterne) della CEI 64.8.

I luoghi MARCI sono suddivisi in:

A-Ambienti a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose

B-Ambienti a maggior rischio in caso di incendio in quanto costruiti con materiali combustibili

C-Ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali

Luoghi di tipo A

In generale sono considerati luoghi MARCI di tipo A:

- gli ambienti in cui si svolgono le seguenti attività soggette al controllo dei VV.F._elencate nel DPR 151/2011: 41, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 78
- i luoghi che hanno la classificazione BD2 BD3 BD4 (tab. 51A CEI 64.8)
- i luoghi classificati a rischio di incendio **elevato**

Per il complesso in questione ricorrono i seguenti casi:

- 67 scuole

Luoghi di tipo C

In generale sono considerati luoghi MARCI di tipo C:

- i luoghi che hanno la classificazione BE2 (fabbricati adibiti allo stoccaggio e/o lavorazione di materiali combustibili in quantità rilevante (tab. 51A CEI 64.8) (luoghi con carico di incendio specifico di progetto $q_{r,d} > 450 \text{ MJ/mq}$)

Per il complesso in questione ricorrono i seguenti casi:

- cucina

5 Criteri generali di progetto

Al fine di determinare le sezioni dei cavi e le dimensioni delle condutture, nonché le caratteristiche dei dispositivi di comando e protezione, si assumono le seguenti specifiche:

Cavi elettrici

Il calcolo delle portate dei cavi è eseguito sulla base delle indicazioni contenute nelle tabelle CEI UNEL 35XXX.

Cavi NON interrati

Le **portate** dei cavi NON interrati sono state determinate con la seguente relazione:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2$$

dove:

- I_0 portata del cavo alla temperatura $T=30^\circ\text{C}$
- K_1 fattore di correzione per temperature diverse da 30°C
- K_2 fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato

e tenendo conto delle condizioni di posa previste dalla CEI 64.8.

Cavi interrati

Le **portate** dei cavi interrati sono state determinate con la seguente relazione:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

dove:

- I_0 portata del cavo posato in tubo o cunicolo a 0.8m di profondità in un terreno avente $T=20^{\circ}\text{C}$ e resistività termica 2 K m/W
- K_1 fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C
- K_2 fattore di correzione per più circuiti affiancati
- K_3 fattore di correzione per profondità di posa diversa da 0.8m
- K_4 fattore di correzione per valori di resistività termica diversi da 2 K m/W

Si sono assunti i seguenti valori:

- Resistività termica del terreno 2 K m /W (come suggerito nelle tabelle CEI UNEL)
- Temperatura di terreno (alla profondità di posa di 0.8m) pari a 20°C

I cavi **direttamente interrati** vanno posati ad una profondità di almeno 0.5m ed avere una protezione meccanica supplementare (lastra o tegolo). Tale protezione non risulta necessaria se il cavo è munito di armatura metallica di spessore $>0.8\text{mm}$; in tale caso occorre segnalare il cavo con un nastro monitore posto a 20cm sopra di esso.

I cavi **interrati in tubazioni o condotti** possono essere interrati a meno 0.5m di profondità se risultano installati entro:

- Cunicolo o condotto di calcestruzzo
- Tubo protettivo idoneo a sopportare le sollecitazioni del traffico veicolare (tubo metallico o tubo certificato idoneo dal costruttore)

I circuiti a bassissima tensione di sicurezza non hanno una profondità di posa da rispettare.

I tubi per posa interrata devono rispondere alla norma CEI 23-46 (EN 50086-2-4)

Le **distanze di rispetto da tubazioni** vicine devono risultare le seguenti (CEI 11-17):

Cavo direttamente interrato	0.5m dalla tubazione
Cavo interrato contenuto in manufatto di protezione o tubazione contenuta in manufatto di protezione	0.3m dalla tubazione
Incrocio tra cavo e tubazione con interposto un elemento di separazione non metallico	0.3m dalla tubazione

Cavo e tubazione che sono posati parallelamente tra loro	0.3m
----------------------------------------------------------	------

Le distanze minime delle condutture elettriche interrate, dai **tubi del gas** sono stabilite dal DM 24-11-84.

Considerazioni di carattere generale

Tutte le sezioni sono state calcolate considerando un utilizzo del 30% superiore alle normali condizioni di esercizio e tenendo conto della concomitante presenza di più cavi nella stessa conduttura

Il tipo di cavo è stato scelto in conformità a quanto prescritto dalle norme per i vari ambienti e per i diversi tipi di posa.

Nel caso di utilizzo di **cavi in alluminio**, le portate sono calcolate moltiplicando per **0,78** quelle dei cavi in rame di pari sezione.

Risultano idonei, nel rispetto delle modalità di posa indicati nelle planimetrie, i cavi:

Cavi CPR per rischio MEDIO

Cavo	Descrizione	Norme di riferimento	Posa
FG17	Limita la diffusione di fuoco e fumo	CEI 20-38 CEI UNEL 35310 EN 50575 2014 EN 50575/A1 2016 Euro classe C _{ca} -s1b, d1, a1	Posa in tubo o canale
FG16(O)M16	Limita la diffusione di fuoco e fumo	CEI 20-13 CEI 20-38 IEC 60502-1 CEI UNEL 35322 -35328-35016 EN 50575 2014 EN 50575/A1 2016 Euro classe C _{ca} -s1b, d1, a1	Posa in tubo o canale Posa all'esterno Posa direttamente interrata

Cavi CPR resistenti al fuoco

Cavo	Descrizione	Norme di riferimento
FTG18(O)M16	Resistente al fuoco PH120	CEI EN 2045 Euro classe B2 _{ca} -s1a, d1, a1

Le **sezioni minime** dei cavi dovranno essere le seguenti:

0.5mm² per impianti di segnalazione

1.5mm² (rame) per impianti di energia

Canalizzazioni

Le canalizzazioni saranno scelte in base a:

- criteri di resistenza meccanica
- sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa che l'esercizio
- grado di protezione richiesto
- rispondenza a prove specifiche previste dalle norme interessate

Tubi in PVC

Quelli di tipo flessibile leggero (CEI 23-39 22) possono essere posati sottotraccia a parete o soffitto oppure nei controsoffitti.

Quelli di tipo flessibile medio (CEI 23-39 33) possono essere posati a pavimento, sottotraccia a parete o soffitto oppure nei controsoffitti.

Quelli da annegare direttamente nel calcestruzzo sono del tipo pieghevole, autorinvenente, in materiale plastico. Quelli per posa interrata sono del tipo in PVC pesante.

Il diametro interno dei tubi è scelto 1.5 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16mm.

Protezione delle linee – Criteri generali

Sovraccarico

La protezione contro il **sovraccarico** viene ottenuta installando componenti che rispettano le seguenti relazioni:

1-Interruttori automatici

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

- I_b corrente di impiego del circuito (quella assorbita dal carico alimentato)
- I_n corrente nominale (o regolata) del dispositivo di protezione
- I_z portata del cavo nelle condizioni di posa
- I_f corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione

2-Fusibili

$$I_n \leq 0,9 I_z$$

dove:

- I_n corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_z portata del cavo nelle condizioni di posa

La protezione dal sovraccarico **è sempre prevista.**

Corto circuito

Condizioni generali

La protezione dal corto circuito è ottenuta rispettando, per il dispositivo di protezione utilizzato, le seguenti **condizioni generali**:

- dispositivo di protezione posto all'inizio della condotta (con tolleranza di 3m se non vi è pericolo di incendio)
- corrente nominale superiore alla corrente di impiego ($I_b \leq I_n$)
- potere di interruzione maggiore della corrente di corto circuito presunta nel punto ove esso è installato
- capacità di intervenire per un corto circuito che si verifichi in qualunque punto della linea protetta

Valutazioni particolari

Il rispetto delle condizioni generali può richiedere, a seconda dei casi, delle **valutazioni particolari** per la corrente in caso di corto circuito all'inizio e/o alla fine della condotta.

All'inizio della condotta (dove è previsto il valore della corrente di corto circuito I_{CCmax}) la protezione è ottenuta rispettando la seguente relazione:

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

dove:

- $[I^2t]$ integrale di Joule lasciato passare, dal **dispositivo di protezione**, per la durata del cortocircuito

- $[K^2S^2]$ energia sopportabile dal **cavo**

-S sezione del conduttore

-K=115 per i cavi in PVC

-K=143 per i cavi in EPR

Alla fine della condotta (dove è previsto il valore della corrente di corto circuito I_{CCmin}) la protezione è ottenuta rispettando la seguente relazione:

$$I_{CCmin} \geq I_m$$

dove:

- I_{CCmin} valore della corrente di c.c. in fondo alla linea

- I_m corrente di intervento della protezione magnetica

Scelta dei dispositivi di protezione per sovraccarico e corto circuito

Corrente nominale

La scelta del valore della corrente nominale I_n dei dispositivi di protezione viene fatta nel rispetto delle regole generali illustrate in precedenza per il **sovraccarico** e il **corto circuito**.

Il valore di I_n dei vari dispositivi di protezione è riportato negli schemi unifilari.

Potere di interruzione

Interruttori nel punto di consegna

Nel punto di consegna dell'energia il valore della **corrente di corto circuito** I_{CC} vale 15kA (fornitura trifase >30kW).

L'interruttore generale dell'impianto dovrà avere un **potere di interruzione estremo** $I_{CU} \geq 15\text{kA}$ (nel nostro caso $I_{CU} = 16\text{kA}$).

Gli interruttori magnetotermici (modulo DIN) del quadro di consegna, posti a valle dell'interruttore generale, possono avere un **potere di cortocircuito nominale** $I_{CN}=6\text{kA}$ in quanto, da tabelle di coordinamento dei maggiori costruttori, risulta che esiste una protezione di **back up** da parte dell'interruttore a monte avente $I_{CU} = 16\text{kA}$.

Interruttori nei sotto-quadri

Gli interruttori magnetotermici posti sui quadri derivati dal QG possono avere un **potere di cortocircuito nominale** $I_{CN}=6\text{kA}$ in quanto il valore calcolato della I_{CC} nel punto del loro inserimento è inferiore ad esso.

Il valore del PI dei vari dispositivi di protezione è riportato negli schemi unifilari.

Nei **luoghi ordinari**, per le derivazioni che **non risultano già protette** per sovraccarico e corto circuito dal dispositivo posto a monte della dorsale, occorre procedere come segue:

Protezione contro il cortocircuito: non occorre proteggere la derivazione contro il corto -circuito se la sua lunghezza è inferiore a 3m ed è ridotto al minimo il rischio di corto-circuito oppure non si è in vicinanza di materiale combustibile. Se la lunghezza è maggiore di 3m occorre inserire, all'inizio della derivazione, un dispositivo di protezione (es. interruttore magnetotermico o un fusibile) o valutare la protezione dell'interr. principale sul cavo della derivazione.

Protezione contro il sovraccarico: se necessaria, essa può essere posta o all'inizio o alla fine della derivazione. Oppure può essere inserita nel quadretto di arrivo della derivazione stessa o essere costituita dagli interruttori di protezione delle utenze.

Per i **luoghi a maggior rischio in caso di incendio** si procede come per i luoghi ordinari solo che le eventuali protezioni aggiuntive vanno sempre poste all'inizio della condotta.

Protezione contro i contatti diretti

Si seguono i criteri previsti dalle norme CEI 64.8 o dalla normativa applicabile al caso in esame. In particolare si adottano misure di protezione come l'isolamento, gli involucri e le barriere.

Una **protezione aggiuntiva** per i contatti diretti viene realizzata nei **luoghi a maggiore rischio elettrico** (norma CEI 64.8), con interruttori differenziali aventi $I_{DN} \leq 30\text{mA}$.

Ricorrono i seguenti casi:

- **luoghi a maggior rischio in caso di incendio** (per le condutture di tipo c1 (cavi multipolari con PE) e c2 (cavi unipolari o multipolari senza PE posti in tubi o involucri metallici con $IP \leq 4X$) che in caso di guasto possono innescare un incendio)

Protezione contro i contatti indiretti

Nel caso di contatto indiretto, si prevede la interruzione automatica della alimentazione (deve essere realizzata la messa a terra delle masse in modo da avere la circolazione della corrente di guasto che serve per fare scattare la protezione in automatico).

Sistema TT

Nei sistemi TT si utilizzano **interuttori differenziali** coordinati con il valore della resistenza di terra.

Per una corretta progettazione, il valore della resistenza di terra **deve risultare minore** del valore di R_A dato dalla relazione:

$$R_A = 50/I_d$$

Vedere capitolo relativo alla resistenza di terra.

Selettività

Interruttori magnetotermici

Per gli apparecchi automatici di **tipo rapido**, aventi la stessa grandezza, la selettività tra due interruttori in cascata, sarà ottenuta scegliendo l'apparecchio a monte con una corrente di intervento magnetico I_{m1} maggiore della corrente I_{cc2} di corto-circuito nel punto ove è posto l'interruttore a valle

$$I_{cc2} < I_{m1} \quad (I_{m1} = 5I_n)$$

Per la selettività tra apparecchi **limitatori e rapidi** si opera su tabelle fornite dalle case costruttrici.

Interruttori differenziali

La selettività sarà di tipo amperometrica, cioè l'interruttore a valle ha una sensibilità maggiore di quello a monte ed anche cronometrica tramite l'utilizzo di interruttori selettivi.

Massima caduta di tensione per le linee

Per i vari circuiti le sezioni dei cavi sono scelte in modo tale che la caduta di tensione massima, dal punto di consegna dell'energia fino all'utilizzatore, non superi il valore del **4%** della tensione nominale dell'impianto.

6 Impianto di terra

Premessa

Un impianto di terra è, in genere, costituito dalle seguenti parti:

- dispersore
- conduttore di terra (CT) che collega i dispersori tra loro ed al nodo di terra principale
- nodo di terra principale
- conduttori di protezione (PE) per collegare le masse ai vari sotto-nodi di terra
- collegamenti equipotenziali principali (EQP) per collegare le masse estranee al nodo di terra principale
- collegamenti equipotenziali supplementari (EQS) per collegare le masse estranee ad un sotto-nodo di terra (solo per gli eventuali ambienti a maggior rischio elettrico)

Dispersore

Come dispersore verrà utilizzato quello già esistente.

La sua resistenza di terra, calcolata, vale:

$$R_E = 12 \text{ohm}$$

Risultando tale valore idoneo, gli ampliamenti previsti lo utilizzeranno anche essi.

Nodo di terra

E' posto sul quadro generale

Conduttori di protezione PE

Collegamenti di protezione PE saranno effettuati per tutte le masse. Le sezioni dei vari PE potranno essere dimensionate in uno dei seguenti modi:

1-metodo tabellare

Valori della sezione S_{PE} del conduttore di protezione

<i>Sez. del conduttore di fase S_F</i>	<i>Sez. del conduttore di protezione S_{PE}</i>	<i>Note</i>
$S_F \leq 16\text{mmq}$	$S_{PE} = S_F$	minimo 2,5mmq se protetto meccanicamente e 4mmq se non protetto meccanicamente
$16\text{mmq} \leq S_F \leq 35\text{mmq}$	$S_{PE} = 16\text{mmq}$	
$S_F \geq 35\text{mmq}$	$S_{PE} = S_F/2$	con un massimo di 25mmq nei sistemi TT

2-calcoli

Utilizzando la relazione $[I^2t] \leq [K^2S^2]$ quando i valori delle sezioni dei PE, calcolati con il metodo tabellare, risultano esageratamente sovradimensionati.

7 Prescrizioni particolari per gli impianti. Disposizioni riguardanti la posa e il tipo dei materiali.

Comandi ed arresti di emergenza

Sono previsti i seguenti comandi ed arresti:

- un pulsante (a lancio di corrente) per lo **sgancio di emergenza**, posto all'esterno del complesso edilizio, che attiva l'**interruttore generale** dell'impianto
- uno **sgancio di emergenza** per l'impianto fotovoltaico
- un **comando di emergenza** all'esterno della cucina (DM 08-03-85)

Locali per portatori di handicap

Nei locali di servizio destinati ai portatori di handicap, i comandi saranno posizionati nel seguente modo:

- interruttori a $75 < h < 140$ cm dal pavimento e del tipo a lampada spia
- pulsanti $60 < h < 140$ cm
- prese $60 < h < 110$ cm

All'interno dei servizi igienici è previsto un tirante, in prossimità della tazza e della vasca, per la attivazione dell'allarme, e una lampada di emergenza (UNI EN1838). All'esterno verrà installato un segnalatore acustico associato ad uno luminoso di colore rosso.

Impianti speciali

Per gli eventuali impianti speciali (allarmi, sonoro, dati, ecc.) sono previste canalizzazioni separate da quelle dell'impianto elettrico principale.

Illuminazione di emergenza

Normativa di riferimento

- CEI EN 50172 (CEI 34-111) (ed. 2006) Manutenzione sistemi di illuminazione di emergenza
- UNI EN 1838 Illuminazione di emergenza
- UNI 11222 Impianti di illuminazione per la sicurezza - Procedure per la verifica, manutenzione, revisione e collaudo
- CEI EN 60598-2-22 (CEI 34-22) Apparecchi per illuminazione di emergenza

La illuminazione di **emergenza** si divide in:

- illuminazione di **sicurezza** (per la sicurezza delle persone)
- illuminazione di **riserva** (per continuare l'attività).

Sono stati presi in considerazione i seguenti casi:

1-Illuminazione di sicurezza

Per quanto attiene l'illuminazione di sicurezza si rispetterà la norma **EN 1838** che prevede l'utilizzo di apparecchi di illuminazione per garantire l'abbandono dei locali, da parte delle persone, in sicurezza, o garantire di terminare un processo in corso, potenzialmente pericoloso.

Inoltre verrà rispettato il **DM 10-03-1998** che prevede l'illuminazione per le vie di uscita ed i percorsi esterni fino alle vie di fuga.

Tenendo conto del fatto che la normativa prevede, per la illuminazione di **sicurezza**, la valutazione dei seguenti sotto-casi:

- *illuminazione delle vie e delle uscite di emergenza*
- *illuminazione antipanico*

- *illuminazione delle aree ad alto rischio.*

nella presente relazione si sono considerati solo i primi due.

Indicazioni generali da rispettare per la illuminazione di sicurezza

Per i casi presi in considerazione devono essere rispettate le seguenti indicazioni.

*1-Illuminazione delle **vie e delle uscite di emergenza***

- l'illuminamento non dovrà essere inferiore a **5lux** ad 1m dal piano di calpestio ed in qualsiasi punto delle vie di fuga
- le lampade andranno inserite in corrispondenza:
 - delle uscite di emergenza
 - delle vie di fuga
 - dei locali per disabili

*2-Illuminazione **antipanico***

E' l'illuminazione prevista per evitare l'insorgere del panico in zone particolarmente ampie ed in quelle attraversate dalle vie di esodo. L'illuminamento non dovrà essere inferiore a **2lux** ad 1m dal piano di calpestio in ogni punto dell'ambiente

2-Illuminazione di riserva

Volendo garantire comunque, al venir meno dell'illuminazione ordinaria, un minimo di visibilità nei vari ambienti, per continuare l'attività svolta, sarà prevista una illuminazione di **riserva** con valore di illuminamento **2lux** ad 1m dal piano di calpestio, con autonomia 30' e tempo di intervento di 0.5sec.

Tipo di lampade di emergenza e loro alimentazione

L'illuminazione di sicurezza e riserva è ottenuta tramite lampade di emergenza con alimentazione autonoma (SE) aventi le seguenti **caratteristiche**:

Autonomia minima della alimentazione di sicurezza	1 ora
Tempo di ricarica delle batterie	12 ore

Per i **livelli di illuminamento** si devono ottenere i seguenti valori minimi:

Livello di illuminazione ad 1m di altezza del piano di calpestio (**)	5 lux
-----------------------------------------------------------------------	-------

(**) Calcolato considerando come valore del **flusso luminoso delle lampade** quello valutato secondo CEI EN 60598-2-22.

Ambienti soggetti alla 64.8/7

Luoghi a maggior rischio in caso di incendio (MARCI)

Prescrizioni, comuni a tutti i casi, relative ai componenti elettrici, escluse le condutture

- negli ambienti con presenza di pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o in involucri apribili con chiave o attrezzo
- i componenti elettrici devono rispondere alle prescrizioni contenute nella CEI 64.8/4 (Protezione contro gli incendi)
- i componenti elettrici applicati in vista (a parete o soffitto) per i quali non esistono norme CEI specifiche, devono rispondere ai limiti della CEI 64.8/4 assumendo, per la prova del filo incandescente, 650°C anziché 550°C
- gli **apparecchi di illuminazione** devono essere opportunamente distanziati da oggetti combustibili. Per i faretti ed i piccoli proiettori occorre rispettare le seguenti distanze:

-0.5m fino a 100W

-0.8m da 100 a 300W

-1m da 300 a 500W

- gli apparecchi di illuminazione con lampade che, in caso di rottura, possono proiettare materiale incandescente, quali ad esempio le lampada ad alogeni e ad alogenuri, devono essere del tipo con schermo di sicurezza per la lampada ed installati secondo le istruzioni del costruttore

Prescrizioni, comuni a tutti i casi, per le condutture

- le condutture che attraversano i luoghi MARCI, senza essere destinate all'alimentazione di apparati posti internamente ad essi, non devono avere connessioni nei luoghi in esame a meno che non siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco (es. IEC 60670 per le scatole da parete)
- è vietato l'uso di conduttori PEN (sistema TN-C) (tale prescrizione non si applica alle condutture che transitano solamente)
- sono ammessi i seguenti **tipi di condutture**:

a-condutture che non possono né innescare né propagare l'incendio

a1-condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili

a2-condutture realizzate con cavi in tubi protettivi metallici o involucri metallici entrambi con gradi di protezione almeno IP4X (es. condutture in tubo o canale metallico IP4X)

a3-condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisti all'esterno di guaina non metallica (es. cavo ad isolamento minerale senza guaina protettiva)

b-condutture che non possono innescare ma che possono propagare l'incendio

b1-condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico, o di una guaina metallica o di armatura, aventi caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione (es. cavo multipolari con conduttore di protezione (calza di metallo) che contiene i singoli conduttori e guaina protettiva)

b2- condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisti all'esterno di guaina non metallica (es. cavo ad isolamento minerale con guaina protettiva)

b3-condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime o sull'insieme delle anime con caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione

c-condutture che possono innescare e propagare l'incendio

c1-condutture diverse da quelle in a) e b) con *cavi multipolari **provvisti** di conduttore di protezione*

c2-condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari **sprovvisti** di conduttore di protezione, *contenuti in tubi o involucri metallici* (anche passerelle a traversini) senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o involucri stessi o da un conduttore nudo o isolato contenuto in ciascuno di essi

c3-condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari **sprovvisti** di conduttore di protezione contenuti in tubi o involucri aventi tutte le seguenti specifiche:

- costruiti con materiali isolanti
- installati in vista (non incassati)
- con grado di protezione almeno IP4X

Se non esistono norme di prodotto si assume la prova del filo incandescente a 850°C anziché a 650°C.

All'interno di strutture combustibili (es. pannelli in legno con coibente) è possibile installare cavi come indicato nei punti c) utilizzando tubi in PVC solo se IP4X. Inoltre occorre prevedere un conduttore di protezione nudo entro la tubazione.

c4-binari elettrificati e condotti sbarre con grado di protezione almeno IP4X

c5-condutture impiegate in strutture combustibili (classe di reazione al fuoco diverse da A1 o 0) cave o coibentate. Tale conduttura è realizzata con:

-tubi e/o canali metallici o isolanti non propaganti la fiamma con grado IP \geq 4X

-cavi unipolari o multipolari (diversi da b1) compreso il PE (nudo o isolato)

Per la conduttura c5 non si richiede la protezione differenziale ai fini antincendio. All'interno delle strutture combustibili (cave o coibentate) sono ammesse anche le condutture di tipo a2, a3, b, c1, c2 (per c1 e c2 si richiede un isolamento equivalente alla classe II)

Protezione, relative a tutti i casi, delle condutture elettriche

I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati *all'origine* dei circuiti, sia quelli che attraversano i luoghi MARCI che quelli che si originano nei luoghi stessi.

Per le condutture di **tipo c)** i circuiti devono essere anche protetti in uno dei seguenti modi:

a-nei sistemi TT e TN con *interruttori differenziali aventi $I_d \leq 300mA$*

b-nei sistemi IT con dispositivo di controllo delle correnti di dispersione

Sono escluse dalle prescrizioni a) e b) le condutture che:

-fanno parte di circuiti di sicurezza

-racchiuse in involucri almeno IP4X (ad eccezione del tratto finale necessario per il collegamento dell'apparecchiatura)

Requisiti necessari, per tutti i casi, per evitare la propagazione degli incendi

Per le **condutture di tipo b) e c)**, la propagazione dell'incendio deve essere evitata in uno dei seguenti modi:

a-utilizzando *cavi non propaganti la fiamma* (CEI 20-35) nei seguenti casi:

-quando sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 25cm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso oppure i cavi sono installati individualmente in tubi protettivi involucri con grado di protezione almeno IP4X

b-utilizzando *cavi non propaganti l'incendio* installati in fascio conformemente alla CEI 20-22 cat. II e/o III

c-adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti nel rispetto della CEI 11-17. Inoltre vanno previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio.

Prescrizioni aggiuntive

Se un luogo ha le caratteristiche di più di uno dei luoghi A,B,C, l'impianto elettrico di tale luogo deve avere i requisiti per ciascuno dei tipi di luogo applicabili.

Per le condutture di tipo b1 b2 b3 e c1 c2 c3 si è valutato il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi, in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell'entità del danno probabile nei confronti delle persone e/o cose al fine di adottare opportuni provvedimenti.

Manutenzione programmata

Per i luoghi MARCI occorre programmare una manutenzione periodica (secondo norme CEI 64.14 e CIE 0-10) per ridurre la probabilità di un **guasto serie (cattivi contatti)**. In alternativa si possono installare elementi AFDD.

Prescrizioni aggiuntive per i luoghi MARCI di tipo C

- Tutti i componenti dell'impianto, tranne le condutture, compresi i motori e gli apparecchi di illuminazione, devono avere IP4X. Tale grado IP non si riferisce alle prese a spina civili, agli interruttori per la luce e agli interruttori magnetotermici fino a 16A PI 3kA
- i componenti elettrici devono essere ubicati o protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di combustibili liquidi
- i motori che sono comandati automaticamente o a distanza oppure che non sono sotto continua sorveglianza, devono essere protetti contro le temperature eccessive tramite un dispositivo contro i sovraccarichi
- i motori con avviamento stella-triangolo di tipo manuale devono essere protetti contro le temperature eccessive anche nella connessione a stella

Tutte le prescrizioni del presente paragrafo si applicano generalmente a tutto l'ambiente (compartimento ≥ 30) a meno che il volume del materiale combustibile sia ben definito e controllato.

In tale caso le prescrizioni si applicano solo ad una zona limitata circostante il materiale. Tale zona ha le seguenti dimensioni:

-1.5m in orizzontale in tutte le direzioni (non oltre le pareti e porte con serramenti)

-1.5m in verticale verso il basso (non oltre il pavimento)

-3m in verticale verso l'alto (non oltre il soffitto)

Per le condutture installate a fascio, entranti nel volume prima citato, occorre prevedere delle barriere tagliafiamma nei punti di ingresso.

Le distanze dal materiale diventano 4m (solo nella direzione delle condutture presenti) e non servono barriere tagliafiamma, se si usano cavi non propaganti l'incendio.

8 Illuminazione ambienti

Illuminazione ambienti di lavoro

I valori illuminotecnici da rispettare sono quelli indicati nella norma UNI 12464.

9 Verifiche e manutenzioni dell'impianto

Le verifiche agli impianti sono:

- iniziali
- periodiche

Verifiche iniziali previste dalla CEI 64.8/6 (ed.8° 2021)

Occorre verificare **a vista**:

- la selettività ed il coordinamento dei dispositivi di protezione
- la scelta, la posizione ed installazione degli eventuali SPD
- le misure di protezione contro i disturbi elettromagnetici
- la scelta e messa in opera del sistema di cablaggio

Tali verifiche vanno fatte **dall'installatore** prima della consegna dell'impianto.

Verifiche periodiche

L'obbligo di effettuare le **verifiche periodiche e la manutenzione** degli impianti elettrici discende dalla seguente normativa:

- **DL.vo 81/08** Sicurezza nei luoghi di lavoro (art. 86)
- **DPR 462/01** per impianti di terra e di protezione per le scariche atmosferiche (per i luoghi con presenza di lavoratori dipendenti)

La **CEI 64.8/6** riporta le modalità di effettuazione delle verifiche periodiche e indica che esse devono assicurare:

- la sicurezza di persone e animali domestici contro i contatti diretti ed indiretti
- la protezione di persone e cose contro i danni da incendio dovuti a guasti dell'impianto
- la corretta scelta e regolazione dei dispositivi di protezione
- l'assenza di difetti, non conformità, danni o componenti deteriorati sull'impianto che possano comprometterne la sicurezza e funzionalità

Frequenza delle verifiche

L'intervallo di tempo tra due verifiche deve essere **non superiore a 5 anni**.

Per i seguenti casi, l'intervallo di tempo diventa **2 anni**:

- luoghi a maggior rischio in caso di incendio

Le date della verifica sono scelte dal **responsabile dell'impianto**. Esso stabilisce la cadenza delle verifiche nei limiti sopra indicati e sceglie il verificatore. I **controlli** dell'impianto vanno effettuati da personale qualificato.

Si suggerisce di fare le verifiche a metà tra le verifiche degli impianti di terra (DPR 462/01).

Vengono qui citate solo alcune delle verifiche periodiche più ricorrenti.

Prove e verifiche del funzionamento dei differenziali

Il conduttore dell'impianto elettrico è tenuto ad effettuare delle verifiche periodiche di funzionalità degli interruttori differenziali secondo le indicazioni del costruttore. In mancanza di istruzioni la verifica va fatta ogni **6 mesi** (CEI 23-98 allegato D).

Le verifiche si effettuano con le seguenti modalità:

- premere il tasto TEST ed accertarsi che il differenziale scatti
- riarmare il differenziale
- tenere un registro dei controlli con annotata la data della verifica, il suo esito e la persona che l'ha effettuata

Per **particolari tipologie di impianti elettrici** che, in base a normativa specifica, dovessero essere sottoposti a controlli periodici, il responsabile dell'impianto deve effettuare delle prove di funzionamento (misura del tempo di intervento (**facoltativa**) e della corrente di intervento) dei differenziali con la stessa periodicità indicata nella norma per gli impianti.

Controlli per l'impianto di terra

DPR 462/01

Secondo il DPR 462/01 il **datore di lavoro** è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto nonché a far sottoporre lo stesso a controllo ogni **due** anni.

*I **controlli** dell'impianto di terra vanno effettuati dalla ASL o dall'ARPA o da organismi notificati, su richiesta del datore di lavoro.*

CEI 64.8/6

Secondo la CEI 68.8/6 il **datore di lavoro** è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto nonché a controllarlo ogni **due** anni (ciò oltre i controlli previsti dal DPR 462/01).

Si suggerisce di fare le verifiche a metà tra le verifiche degli impianti di terra (DPR 462/01).

Non occorre misurare la resistenza di terra, si può anche solo calcolarla.

Verifiche per l'illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione di sicurezza va controllato unicamente da **personale esperto**, rispettando quanto prescritto dalle seguenti norme:

- CEI EN 50172 (periodicità e tipo di verifica)
- UNI 11222 (2006) (cosa controllare e modalità di effettuazione delle verifiche)

Va tenuto un registro dei controlli con annotata la data della verifica, il suo esito e la persona che l'ha effettuata

Controlli per SPI (imp. FV)

Il **SPI** Sistema Protezione Interfaccia (per utenti attivi) va testato periodicamente (test report) secondo le scadenze di legge. In pratica ogni 5 anni.

*I **controlli** vanno effettuati da personale specializzato, su richiesta del datore di lavoro.*

10 Messa in esercizio ed omologazione dell'impianto

(solo in presenza di lavoratori dipendenti)

Impianto elettrico in ambienti senza pericolo di esplosione

La messa in esercizio dell'impianto non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore che rilascia la dichiarazione di conformità. Questa equivale a tutti gli effetti alla **omologazione** dell'impianto stesso.

Impianto di terra in ambienti senza pericolo di esplosione

Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto di terra e di protezione per le scariche atmosferiche (se presente), il datore di lavoro invia la dichiarazione di conformità all'INAIL (tramite portale) ed alla ASL o all'ARPA.

Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto e a far sottoporre lo stesso a verifiche periodiche ogni **due** anni.

11 Impianto FV

PREMESSA

Oggetto

La progettazione riguarda un sistema fotovoltaico avente le seguenti caratteristiche:

- di tipo “**grid connect**” cioè connesso alla rete di distribuzione
- impianto che realizza lo **scambio sul posto**

Definizioni

P_N Potenza nominale impianto

1-Impianto FV

Impianto mono inverter

Per le norme CEI (0-21 e 0-16) è il valore minore tra la **potenza nominale** dell'inverter e la **potenza di picco** (STC Standard Test Condition) complessiva di tutti i moduli.

NORMATIVA

Normativa di riferimento per il progetto

La normativa di riferimento per il progetto dell'impianto fotovoltaico e per la gestione degli allacci è la seguente:

CEI norme della serie 82 applicabili al presente impianto FV

CEI 82-4 Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici

CEI 82-25 Guida alla realizzazione di impianti fotovoltaici

CEI 0-21 Connessioni in BT

CEI 64-8 sez. 712 Sistemi fotovoltaici

CEI 20-91 Cavi elettrici per sistemi fotovoltaici

Delibere AEEG

Normativa per materiali e apparecchi

CEI 17.13 23.51 Quadri in bassa tensione

CEI 20.22 II Cavi non propaganti l'incendio

CEI 20.35 Cavi non propaganti la fiamma

CEI 23.3 Interruttori automatici per uso domestico e similare

CEI 23.39 Tubi protettivi (22 leggeri) (33 medio)

CEI 23.54 Tubi protettivi rigidi in PVC

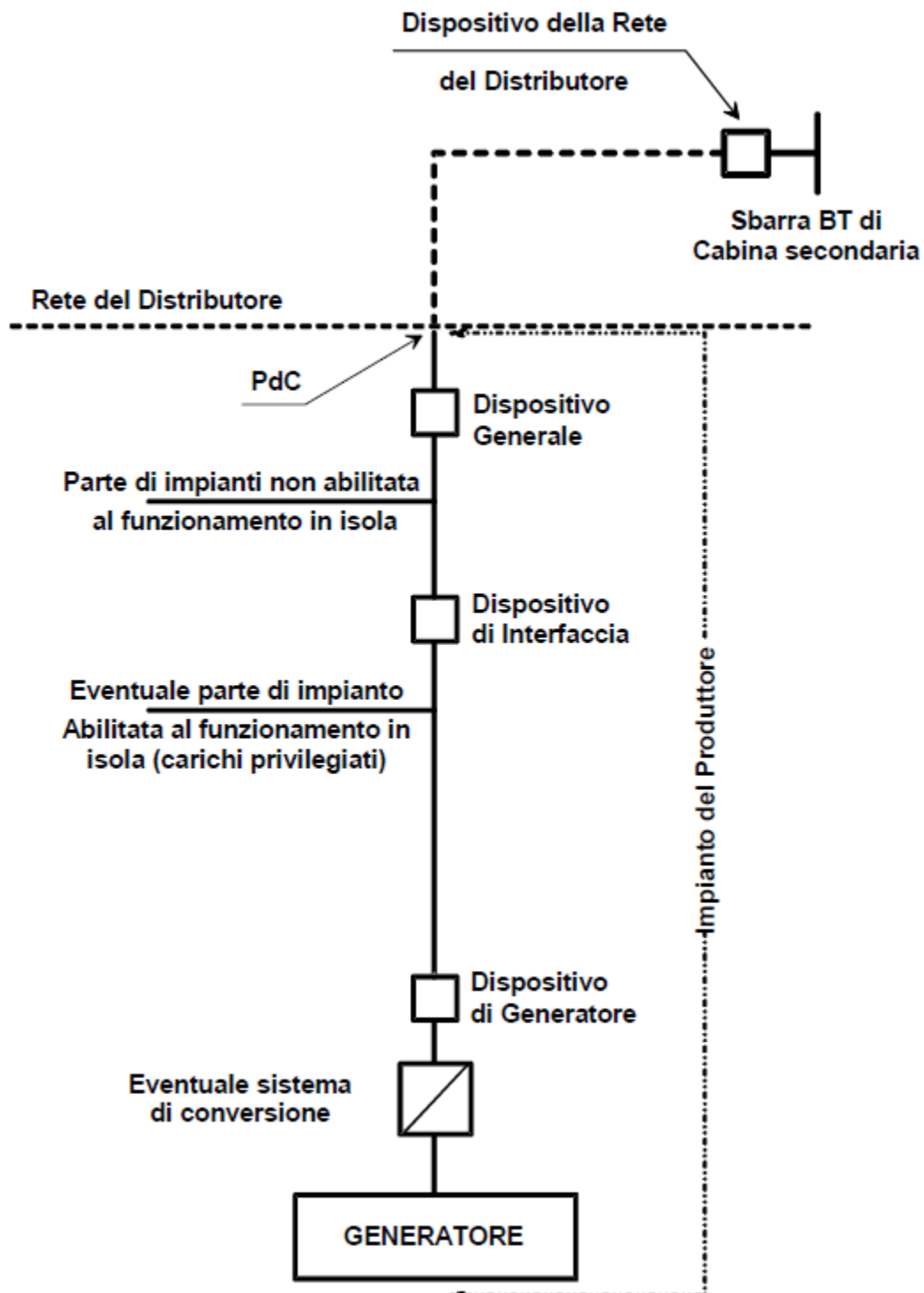
CEI 23.55 Tubi protettivi flessibili in PVC

CEI 23.19 Canali in PVC

CEI 23.9 Apparecchi di comando non automatici

CEI 23.42 23.44 Interruttori differenziali

CEI 64.12 Guida alla esecuzione degli impianti di terra



Schema di principio dell'impianto FV (CEI 0-21)

SPECIFICHE TECNICHE

Potenza impianto fotovoltaico da installare

Sulla base delle prescrizioni del DM 199 del 08-11-2021 e dei CAM applicabili al caso, l'impianto FV dovrà avere una potenza minima calcolata come segue:

$$P_{imp} = S \cdot K + 10\% = \mathbf{15,73kW}$$

S = superficie in pianta, a livello del terreno, del complesso

K = coefficiente da DM 199-2021 (0,025 per edifici esistenti e 0,05 per nuovi edifici)

Trattandosi di edificio pubblico il valore di legge è stato incrementato del 10%.

Numero dei pannelli fotovoltaici

Si prevede l'utilizzo di moduli FV in silicio monocristallino da **390W_p** classificati in **classe II**.

Il numero dei pannelli FV necessari è dato dalla relazione:

$$N = P_{imp} / P_{mod} = 15,99/390 = \mathbf{41}$$

P_{imp} potenza minima dell'impianto FV

P_{mod} potenza del modulo FV utilizzato

La **potenza dell'impianto FV effettivamente installato** sarà pertanto pari a $N \times 390W = \mathbf{15,99kW} = P_{STC}$ (STC - Standard Test Condition)

Stringhe

I 41 pannelli vengono raggruppati in stringe (**3 di 10 moduli e 1 di 11 moduli**). Ciò al fine di rispettare i valori di tensione e corrente accettabili in ingresso dagli inverter.

Quadri di stringa

Per ogni stringa si prevede, se non già installato entro l'inverter che la gestisce, la installazione di un quadro di stringa dotato di:

- scaricatori lato CC
- protezione con fusibili su entrambe le linee (+) e (-)

Ubicazione e fissaggio dei moduli

I moduli FV saranno posizionati sul tetto dell'edificio in aderenza ad esso. L'inverter sarà ubicato in apposito locale.

I moduli FV saranno posizionati sulla falda utilizzando un sistema di ancoraggio composto da profilati e ganci regolabili.

Inverter

E' prevista la installazione di **1** inverter di potenza **15kW** cad..

Esso avrà la possibilità di collegare 2 coppie DC per ogni MPPT e sarà completato, se non già presenti, con:

- scaricatori per lato DC e AC
- quadro di stringa (wiring box)

Sistema di protezione di interfaccia (SPI)

Il SPI è esterno completo di:

- buffer di carica

che garantisce la funzionalità del SPI in caso di mancanza della tensione di rete. In alternativa si potrà utilizzare un UPS (se disponibile).

Potenza nominale dell'impianto FV

L'impianto fotovoltaico ha:

- potenza complessiva dei moduli FV = **15,99 kW_p**
- potenza dell'inverter = **15 kW**

La potenza nominale dell'impianto sarà $P_N = 15 \text{ kW}_p$

La *alimentazione normale del complesso* avviene tramite rete pubblica in **BT con sistema 3F+N**.

VERIFICHE

VERIFICHE PROGETTUALI

Si illustrano le principali verifiche che devono essere effettuate al fine di determinare la consistenza delle stringhe da collegare agli inverter nel rispetto delle caratteristiche dei moduli FV e degli inverter scelti.

Esse vanno svolte per la stringa che presenta il maggior numero di moduli FV. I risultati si estendono poi a tutte le altre.

1-La $V_{oc \text{ max}}$ (**massima** tensione DC a vuoto ai capi di una singola stringa) deve risultare **minore** della $V_{\text{max-abs}}$ dell'inverter.

2-La $V_{mpp\ min}$ (**minima** tensione MPP ai capi di una singola stringa) deve risultare **maggiore** della minima tensione $V_{mppt\ min}$ dell'MPPT.

3-La $V_{mpp\ max}$ (**massima** tensione MPP ai capi di una singola stringa) deve risultare **inferiore** alla massima tensione $V_{mppt\ max}$ dell'MPPT.

4-La I_{sc} (**massima** corrente di corto circuito complessiva delle stringhe collegate in parallelo per ogni MPPT) deve risultare **inferiore** a quella massima sopportabile in ingresso dall'MPPT stesso ($I_{DC\ max}$).

Dimensionamento in potenza compreso tra 80% e 120%.

VERIFICHE FINALI PER L'IMPIANTO

Dopo aver realizzato l'impianto occorre verificare le seguenti cose:

1 - verifica sulla P_{CC} (potenza lato CC)

Deve risultare:

$$P_{CC} > (0,85 \cdot P_{FV} \cdot I) / ISTC$$

dove:

P_{CC} potenza lato CC misurata all'uscita del campo FV

P_{FV} potenza nominale del campo FV

I irraggiamento in W/m^2

ISTC irraggiamento in condizioni di prova standard ($1000\ W/m^2$)

La verifica va fatta per un valore di $I > 600\ W/m^2$

2 - verifica sulla P_{AC} (potenza lato AC)

Deve risultare:

$$P_{AC} > 0,9 \cdot P_{CC}$$

dove:

P_{CC} potenza lato CC misurata all'uscita del campo FV

P_{AC} potenza lato AC misurata all'uscita dell'inverter

PRESTAZIONI

PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Calcolo dell'energia prodotta dal generatore FV

Dati del posizionamento

Elemento	Valore
Località	Monteprandone
Posizione geografica della località	Centro Italia
Irraggiamento medio annuo [kWh/m ² anno]	1410
Angolo di appoggio della superficie inclinata (TILT)	10°
Perdite per ombreggiatura	0

Dati del modulo FV

Materiale	Silicio monocristallino
Potenza massima [Wp]	390
Dimensioni (base x altezza) [cm]	103x184
Area di un modulo [m ²]	1,89
Massima tensione del sistema [V]	1000
NOCT [°C]	46 (±1°C)
Rendimento	20,3%

La **potenza** dell'impianto (in condizioni standard STC) vale:

$$P_{STC} = 15,99 \text{ [kW}_p\text{]}$$

Avendo scelto moduli fotovoltaici con potenza massima di 390W cad., per avere tale potenza necessita il seguente **numero di pannelli**:

$$N = P_{STC}/390 = 41$$

Poichè ogni modulo occupa una superficie di circa 1,89mq, dovrà essere disponibile una **superficie utile** A_{fv} , per il posizionamento dei pannelli, pari a:

$$A_{fv} = N \times 1,89 = 77,49 \text{ [m}^2\text{]}$$

La potenza sul lato AC, tenendo conto delle perdite di sistema, che nel nostro caso possono essere stimate pari al 15% (BOS - Balance of System) pari a $100-15 = 85\%$, vale:

$$P_{AC} = P_{STC} \bullet BOS = 13,59 \text{ [kW}_p\text{]}$$

La **energia producibile** dall'impianto fotovoltaico sarà:

$$E = I \bullet A \bullet R \bullet K \bullet BOS = 18.852,00 \text{ [kWh/anno]}$$

I = irraggiamento medio annuo nella località pari a 1410 kWh/m² anno

A = area occupata dai moduli pari a 77,49 m²

R = rendimento di conversione dei moduli (20,3%)

K = riduzione per ombreggiamento (nullo)

BOS = Balance of System (da 75 a 90% - tipico 85%)

I valori sopra indicati possono subire variazioni sulla base delle effettive caratteristiche dei moduli FV installati e del loro orientamento.

Allegati

- schemi elettrici unifilari
- planimetrie con disposizione dei componenti
- planimetria con schema impianto FV