

PROVINCIA DI FERRARA

COMUNE DI FERRARA

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SEDE DEL CENTRO UNIFICATO PER L'EMERGENZA DELLA PROTEZIONE CIVILE A FERRARA

EMERGENZA SISMA REGIONE EMILIA-ROMAGNA AI SENSI DELL'ART.1 COMMA 2 DEL D.L. N. 74/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Redatto secondo l'Art. 28 del DPR 207/2010

ALLEGATO J.b.

CALCOLO DEGLI IMPIANTO ELETTRICO



Sommario

Sommario	2
1. CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI E DEGLI IMPIANTI.....	3
2. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PER INTERNO	4
L'impianto di illuminazione ordinaria è stato dimensionato considerando i parametri indicati dalla Norma UNI EN 12464-1 del 2011 e qui di seguito riportati:.....	4
— IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ZONA ESTERNA INTERNA LOTTO	4
L'impianto di illuminazione esterna interna al lotto è stato dimensionato considerando i parametri indicati dalla Norma UNI EN 12464-2 e qui di seguito riportati:	4
— IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PARCHEGGIO ESTERNO	5
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE	7
Sarà predisposto un impianto simile a quello esistente.....	7
ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA.....	7
— IMPIANTO FOTOVOLTAICO	8
— VALUTAZIONE DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE	15



1. CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI E DEGLI IMPIANTI

Gli impianti elettrici dell'edificio residenziale in argomento sono previsti con alimentazione da forniture ENEL in bassa tensione a 400/230V circa 100KW con sistema TT e un punto di immissione da 156Kw (vedi capitolo FTV). Tutte le specifiche della fornitura dovranno essere verificate con l'ente distributore.

Punto di origine dell'impianto oggetto dell'intervento:

Da contatore ENEL esterno

Tensione nominale:	400V
Frequenza nominale:	50Hz
Corrente di cortocircuito presunta trifase massima :	15 kA
Stato del neutro (sistema):	TT

Essendo presenti impianti di produzione di energia elettrica dovranno essere rispettate le regole di connessione ENEL riportate nella CEI 0-21.

Per la classificazione dei luoghi e degli impianti elettrici sono state valutate le caratteristiche dei locali, delle apparecchiature e dei materiali presenti, del tipo di destinazione dei singoli ambienti ed infine del tipo di impianto di riscaldamento.

Con riferimento al tipo di destinazione , l'attività è soggetta a normativa CEI

In considerazione dei risultati ottenuti successivamente alla valutazione del rischio dovuto al fulmine e alla scelta della misure di protezione da adottare realizzata secondo la norma CEI EN 62305 ,non risulta necessario realizzare un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche "LPS" e SPD arrivo linea. Comunque sarà previsto un SPD di livello I nel quadro generale di edificio e nel quadro FTV a protezione dell'impianto fotovoltaico in copertura.

Non è stato invece valutato il rischio di perdite economiche (rischio R4), e non sono stati adottati i provvedimenti eventualmente necessari, avendo il committente espressamente accettato tale rischio

Si è deciso , comunque , di realizzare un'adeguata protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica dovute alla fulminazione indiretta, pertanto si dovrà ricorrere all'installazione di SPD posti sui quadri di distribuzione principale .

Per i calcoli vedi elaborato allegato a parte non conteggiato nelle 20pp



2. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PER INTERNO

L'impianto di illuminazione ordinaria è stato dimensionato considerando i parametri indicati dalla Norma UNI EN 12464-1 del 2011 e qui di seguito riportati:

TIPO DI LOCALE	ILLUMINAMENTO MEDIO MANTENUTO (lx)	CLASSE UNIFICATA DEGLI ABBAGLIAMENTI (UGRL)	GRUPPO DI RESA DEL COLORE (Ra)	Uniformità (U0)
MAGAZZINO	200	25	80	0,4
SALA UFFICIO E RIUNIONI	500	19	80	0,6
SPOGLIAOTI	200	22	80	0,4
OFFICINA/AUTORIMESSA	300	22	80	0,6
UFFICI	500	19	80	0,6

Si propone di utilizzare apparecchi illuminanti a LED . Tale soluzione garantisce, oltre a ridotti consumi, confort visivo e l'aumento della vita media degli apparecchi illuminanti, riducendo così sensibilmente gli interventi manutentivi. La tecnologia LED è ormai oggi in grado di offrire molti ed interessanti vantaggi in campo illuminotecnico: i punti di forza sono senz'altro rappresentati dalla gestione economica dell'illuminazione, sia per quanto riguarda il risparmio energetico, con consumi estremamente più contenuti rispetto alle soluzioni tradizionali, sia dalle aspettative di vita dei LED e degli apparecchi, da quattro a dieci volte maggiori delle lampade tradizionali oggi disponibili in commercio.

— IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ZONA ESTERNA INTERNA LOTTO

L'impianto di illuminazione esterna interna al lotto è stato dimensionato considerando i parametri indicati dalla Norma UNI EN 12464-2 e qui di seguito riportati:

Per i calcoli vedi elaborato allegato a parte non conteggiato nelle 20pp



Zone di circolazione nei luoghi di lavoro all'esterno					
Pedane stradali per i pedoni	5	0,25	50	20	
Zone con traffico di veicoli che si spostano lentamente (max. 10 km/h) ad esempio biciclette, muletti, escavatori	10	0,40	50	20	
Zone con traffico di veicoli regolare (max 40 km/h)	20	0,40	45	20	Nei cantieri navali e nelle banchine, GR _L può essere 50
Passaggi pedonali, punti di carico e scarico	50	0,40	50	20	

Aree di parcheggio					
Traffico leggero come ad esempio aree di parcheggio di negozi, ville, appartamenti	5	0,25	55	20	
Traffico medio come ad esempio aree di parcheggio di grandi magazzini, strutture industriali, edifici polivalenti	10	0,25	50	20	
Traffico intenso come ad esempio aree di parcheggio di scuole, chiese, centri commerciali, edifici polivalenti di grandi dimensioni	20	0,25	50	20	

Saranno previsti Armature a LED da 47W idone per “zona 1” installate su palo hft=6mt.

L’impianto proposto , pertanto , sarà conforme alla legge regionale emilia romagna – LR 19/2003 – DGR n. 1688 del 18 novembre 2013 sia in termine di armatura stradale che nel rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose/moduli LED.

— **IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PARCHEGGIO ESTERNO**

Saranno previsti Armature a LED da 70W idone per “zona 1” installate su palo hft=9mt.

Classificazione della strada

In riferimento al prospetto 1 della Norma UNI 11248 riportato di seguito, per la classificazione della strada si è fatto riferimento a strade di tipo "F – Strade locali urbane con limite di velocità 50km/h".

Classificazione illuminotecnica dell'intervento

Data la classificazione della strada di cui sopra, s’individua per l’oggetto d’intervento la corrispondente categoria illuminotecnica come dal seguente prospetto estratto dalla Norma UNI 11248.



prospetto 1 Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di riferimento	Note punto
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1	-
	Autostrade urbane	130		
A ₂	Strade di servizio alle autostrade	70 - 90	ME3a	
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50		
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a	
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME4a	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ⁴⁾)	70 - 90	ME3a	
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME3a	
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a	
		50		
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	
	Strade urbane di quartiere	50		
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ⁵⁾)	70 - 90	ME3a	
	Strade locali extraurbane	50	ME4b	
		30	S3	
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2 ⁴⁾)	50	ME4b	
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4	
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3	
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE5/S3	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali pedoni, ammessi gli altri utenti)	5		
	Strade locali interzonali	50		
	Strade locali interzonali	30		
	Piste ciclabili ⁶⁾	Non dichiarato	S3	
	Strade a destinazione particolare ⁶⁾	30		

4) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

5) Decreto Ministeriale 30 novembre 1999 n° 557 del Ministero dei Lavori Pubblici.

6) Secondo l'art. 3.5 del Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

In riferimento alla classificazione della strada di cui sopra, tipo "F – Strade locali urbane con limite di velocità 50km/h", dal prospetto 1 la categoria illuminotecnica di riferimento risulta essere ME4b.

In relazione al prospetto A.6 la categoria illuminotecnica di riferimento verrà declassata a ME5

prospetto A.6 Determinazione della categoria illuminotecnica per le strade extraurbane secondarie, delle strade urbane di scorrimento e delle strade locali in ambito extraurbano e urbano con velocità massima minore o uguale a 50 km h⁻¹

Parametri illuminotecnici	Valori					
	<25%		<50%		≤100%	
Flusso di traffico						
Zona di conflitto	Assente	Presente	Assente	Presente	Assente	Presente
Categoria illuminotecnica	ME6	ME5	ME5	ME4b	ME4b	ME3c

Per la classificazione delle zone contigue e adiacenti si fa riferimento al prospetto di seguito riportato.



Categoria illuminotecnica								
	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5			
			S1	S2	S3	S4	S5	S6

Dalle predetta analisi dell'area soggetta a intervento si identificano le zone di studio e le relative categorie illuminotecniche di seguito riportate:

Carreggiata; categoria illuminotecnica di progetto ME5

Area di sosta; categoria illuminotecnica CE5

Non si rilevano aree a rischio ad azione criminosa.

I valori assunti per il progetto sono riassunti nelle seguenti tabelle estratte dalla Norma UNI EN 13201-2;

L'impianto proposto , pertanto , sarà conforme alla legge regionale emilia romagna – LR 19/2003 – DGR n. 1688 del 18 novembre 2013 sia in termine di armatura stradale che nel rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose/moduli LED.

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE

Sarà predisposto un impianto simile a quello esistente.

Nella presente proposta oltre alle armature e ai pali saranno previste anche le vie cavi fino ad pozzetto "generale". Da tale pozzetto ci si potrà collegare all'impianto esistente ,ma attualmente , tale collegamento è escluso dalla presente proposta.

Inoltre sarà predisposto anche un pozzetto a servizio della pista ciclabile , come evidenziato sugli elaborati grafici.

ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'impianto d'illuminazione di sicurezza verrà previsto in tutte le zone dell'edificio con un sistema centralizzato a 230V. Il soccorritore sarà previsto nel locale tecnico e avrà autonomia di 30 min e sarà ad uso esclusivo per l'illuminazione di sicurezza.

Nella zona magazzino , officina e autorimessa saranno utilizzati gli stessi apparecchi previsti per l'illuminazione ordinaria ,come identificato negli elaborati di progetto. Tale soluzione rispetto ad un sistema tradizionale composto da apparecchi autoalimentati , garantisce una **minor manutenzione** e un **livello di illuminamento maggiore rispetto al limite di legge**.

L'impianto è stato progettato in conformità alla UNI 1838 e garantire un livello di illuminamento maggiore di 5 lux.



— IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Ai sensi del DGR_967_2015 il minimo normativo, ovvero: $4.687,23 \text{ mq} / 50 \times 1,1 = 103,12 \text{ kWp}$.
In riferimento al futuro ampliamento si prevede un impianto da 156 Kw per una produzione di circa **185.500 kWh annui** comprendo , cosi , l'intero fabbisogno elettrico dell'edificio.

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 600 moduli fotovoltaici e da n° 6 inverter con tipo di realizzazione Su edificio. La potenza nominale complessiva è di 156 kWp per una produzione di 185.127,5 kWh annui distribuiti su una superficie di 1.008 m².

Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	194,31	6023,602
Febbraio	312,174	9053,036
Marzo	416,869	12922,949
Aprile	645,617	19368,512
Maggio	762,72	23644,332
Giugno	800,833	24024,978
Luglio	859,394	26641,22
Agosto	704,586	21842,169
Settembre	597,386	17921,575
Ottobre	435,508	13500,746
Novembre	192,603	5778,094
Dicembre	142,139	4406,314

Generatore

Il generatore è composto da n° 600 moduli del tipo Silicio policristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Su edificio
Numero di moduli:	600
Numero inverter:	6
Potenza nominale:	156000 W
Grado di efficienza:	90,9 %



DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SOLARWORLD AG
Sigla:	Sunmodule Protect Protect SW 260 poly
Tecnologia costruttiva:	Silicio policristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	260 W
Rendimento:	15,5 %
Tensione nominale:	31,4 V
Tensione a vuoto:	38,4 V
Corrente nominale:	8,4 A
Corrente di corto circuito:	8,9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1001 mm x 1675 mm
Peso:	21,2 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.



- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ? 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 6 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore	ABB Spa
Sigla	TRIO-27.5-TL-OUTD TRIO
Inseguitori	2
Ingressi per inseguitore	1
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	27,6 kW
Potenza massima	28,6 kW
Potenza massima per inseguitore	16 kW
Tensione nominale	620 V
Tensione massima	1000 V
Tensione minima per inseguitore	252 V
Tensione massima per inseguitore	950 V
Tensione nominale di uscita	400 Vac
Corrente nominale	64 A
Corrente massima	64 A
Corrente massima per inseguitore	32 A
Rendimento	0,98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	16	16
Stringhe in parallelo	3	3
Esposizioni	sud est	sud est
Tensione di MPP (STC)	502,4 V	502,4 V
Numero di moduli	48	48

Inverter 2	MPPT 1	MPPT 2
------------	--------	--------



Moduli in serie	16	16
Stringhe in parallelo	3	3
Esposizioni	sud est	sud est
Tensione di MPP (STC)	502,4 V	502,4 V
Numero di moduli	48	48

Inverter 3	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	16	16
Stringhe in parallelo	3	3
Esposizioni	sud est	sud est
Tensione di MPP (STC)	502,4 V	502,4 V
Numero di moduli	48	48

Inverter 4	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	17	17
Stringhe in parallelo	3	3
Esposizioni	sud est	sud est
Tensione di MPP (STC)	533,8 V	533,8 V
Numero di moduli	51	51

Inverter 5	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	17	17
Stringhe in parallelo	3	3
Esposizioni	sud est	sud est
Tensione di MPP (STC)	533,8 V	533,8 V
Numero di moduli	51	51

Inverter 6	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	18	18
Stringhe in parallelo	3	3
Esposizioni	sud est	sud est
Tensione di MPP (STC)	565,2 V	565,2 V
Numero di moduli	54	54

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:



$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 260 \text{ W} * 600 = 156000 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
sud est	600	1.438,04	224.333,73

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 185127,5 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura	5,3 %
Perdite di mismatching	5,0 %
Perdite in corrente continua	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	5,0 %
Perdite per conversione	2,0 %
Perdite totali	17,5 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	6023,6	6023,6	0,0 %
Febbraio	9053,0	9053,0	0,0 %
Marzo	12922,9	12922,9	0,0 %
Aprile	19368,5	19368,5	0,0 %
Maggio	23644,3	23644,3	0,0 %
Giugno	24025,0	24025,0	0,0 %
Luglio	26641,2	26641,2	0,0 %
Agosto	21842,2	21842,2	0,0 %
Settembre	17921,6	17921,6	0,0 %
Ottobre	13500,7	13500,7	0,0 %
Novembre	5778,1	5778,1	0,0 %



Dicembre	4406,3	4406,3	0,0 %
Anno	185127,5	185127,5	0,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ❑ Tipo FG21 se in esterno o FG7 se in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ Tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ❑ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ❑ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con “+” e del negativo con “-“

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

QUADRI ELETTRICI

❑ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

❑ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le



stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (416,7 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (252,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (640,2 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (950,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (766,2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (766,2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (26,8 A) inferiore alla corrente massima inverter (32,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (87,3%) compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1]



— VALUTAZIONE DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine con riferimento all'impianto elettrico.

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1: "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
Febbraio 2013
- CEI EN 62305-2: "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
Febbraio 2013
- CEI EN 62305-3: "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
Febbraio 2013
- CEI EN 62305-4: "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
Febbraio 2013
- CEI 81-29 : "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"
Febbraio 2014
- CEI 81-30 : "Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"
Febbraio 2014

3. DATI INIZIALI

3.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale:

$$Ng = 2,67 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$



3.2 Caratteristiche della struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 100 B (m): 40 H (m): 8

La struttura è ubicata in un'area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($CD=0,5$).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: industriale

Il rischio di incendio è: ordinario ($r_f = 0,01$)

Misure di protezione antincendio previste: manuali ($r_p=0,5$) automatiche ($r_p=0,2$)

La struttura, in caso di fulminazione, non presenta pericoli particolari per l'ambiente (incluso il rischio di contaminazione) e le strutture circostanti, inoltre:

- non presenta pericolo di esplosione;
- non contiene apparecchiature dal cui funzionamento dipende direttamente la vita delle persone (ospedali e simili);
- non è utilizzata come museo (o simili) né per servizi pubblici di rete (TLC, TV, distribuzione di energia elettrica, gas, acqua).

La struttura non è dotata di un impianto di protezione contro i fulmini (LPS).

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, è stato calcolato il rischio R1.

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare l'opportunità o la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state effettuate in accordo con il committente.

3.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

L1 – Linea 1

Tipo di linea: interrata (resistività del suolo: 400 ohm m)

Trasformatore MT/BT ad arrivo linea: assente ($CT=1$)

Lunghezza: 500 (m)

Percorso della linea in: città ($CE=0,5$)

SPD ad arrivo linea: I livello ($PEB = 0,01$)

L2 – Linea 2

Tipo di linea: interrata (resistività del suolo: 400 ohm m)

Trasformatore MT/BT ad arrivo linea: assente ($CT=1$)

Lunghezza: 500 (m)

Percorso della linea in: città ($CE=0,5$)

SPD ad arrivo linea: assente ($PEB = 1$)

4. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA E DEL NUMERO DI EVENTI PERICOLOSI PER LA STRUTTURA E LE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art.A.2.

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,25E-02 \text{ km}^2$



Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 0,0167$

L'area di raccolta AL di ciascuna linea elettrica esterna è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art.A.4.

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) delle linee:

L1 – Linea 1

AL = 0,02 km²

L2 – Linea 2

AL = 0,02 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) delle linee:

L1 – Linea 1

NL = 0,01335

L2 – Linea 2

NL = 0,01335

5. VALUTAZIONE DEI RISCHI

5.1 Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

RA = 1,67E-06

RB = 3,34E-07

RU = 1,35E-06

RV = 2,70E-07

Totale = 3,6300E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,6300E-06

5.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 3,6300E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

6. CONCLUSIONI

L'impianto elettrico non necessita di protezione contro il fulmine in relazione alla perdita di vite umane (rischio R1).

Non è stato invece valutato il rischio di perdite economiche (rischio R4), e non sono stati adottati i provvedimenti eventualmente necessari, avendo il committente espressamente accettato tale rischio.

APPENDICE – Ulteriori dati utilizzati per il calcolo

Tipo di pavimentazione: vegetale/cemento ($rt = 0,01$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la struttura

Perdita per tensioni di contatto e di passo (interno ed esterno struttura) $Lt = 0,01$

Perdita per danno fisico $Lf = 0,002$

Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

PA = 1



PB = 1

PU (Linea 1) = 0,01

PV (Linea 1) = 0,01

PU (Linea 2) = 1

PV (Linea 2) = 1

