

Regione Emilia Romagna
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Castel Maggiore

PROGETTO DEFINITIVO

Nome progetto

"CASTEL MAGGIORE AFV"

Oggetto

Impianto agrivoltaico di potenza installata pari a circa 11.845,60 KWp, e delle relative opere di connessione, denominato "Castel Maggiore AFV" e da realizzarsi nel Comune di Castel Maggiore (BO)

Titolo

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI

Proponente:

Cedro

CEDRO S.R.L.
Via Caravaggio,125
65125 Pescara (PE)

Coordinatore del progetto:



SYNERGY S.R.L.
Via Clodoveo Bonazzi, 2
40013 - Castel Maggiore (BO)

Progettazione:

PIERPAOLO SEMPROLI



TELEIOS S.r.l.
Via S. Quasimodo, 44
40013 Castel Maggiore (BO)
Tel. 051/702277 - Fax. 051/700825
Web: www.Teleios-ing.it

5					
4					
3					
2					
1					
0	05/2026	EMISSIONE	P.Ciccotti	P.semproli	L.Malservisi
Rev.	Data	Motivo Revisione	Eseguito	Verificato	Approvato

Tipologia:RELAZIONE	Formato: A4	Foglio: 1 di 38
Scala:N.A.	File: RL_10_Rel di cal prel imp.docx	Relazione: 142_RL_10

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI A NORMA DI LEGGE. Sono vietati la riproduzione di parti senza la presenza di un'autorizzazione scritta da parte di Synergy S.r.l.
ALL RIGHT RESERVED BY LAW.Reproduction and extrapolation of parts are prohibited without the presence of a written mandate from Synergy S.r.l.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

INDEX

INDEX	2
1 DATI GENERALI DI PROGETTO	4
2 CRITERI DI PROGETTO	4
2.1 TENSIONI DI PROGETTO.....	4
2.2 VALORI DI CORRENTE DI CORTOCIRCUITO.....	4
2.3 DISTRIBUZIONE	5
2.3.1 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI	5
2.3.2 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI	5
2.3.3 PROTEZIONE DELLE STRINGHE DA CORRENTI INVERSE	5
2.3.4 PROTEZIONE DEI CAVI DI STRINGA DALLE SOVRACORRENTI	6
2.3.5 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	6
2.3.6 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE.....	6
2.3.7 PROTEZIONE MEDIANTE COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE	7
2.3.7.1 Distribuzione in corrente continua	7
2.3.7.2 Distribuzione in corrente alternata.....	7
2.3.8 PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI.....	7
2.3.9 FULMINAZIONE DIRETTA	8
2.3.10 FULMINAZIONE INDIRETTA.....	8
2.3.11 CAVI IN BT	9
2.3.11.1 Cavi in corrente continua a 1500 Vcc.	9
3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	11
3.1 MODULI FOTOVOLTAICI.....	11
3.2 STRUTTURE	13
3.3 INVERTER	13
3.3.1 CONFIGURAZIONE	14
3.4 DIMENSIONAMENTO INVERTER.....	16
3.5 Cabina elettrica di consegna (POD)	18
3.6 Cabina elettrica di consegna (UTENTE)	18
3.7 Power Station.....	18
3.7.1 QUADRO MEDIA TENSIONE	20
3.7.2 TRASFORMATORE MT/BT	21
3.7.3 QUADRO SERVIZI AUSILIARI IN CABINA DI TRASFORMAZIONE	22
3.7.4 QUADRO GENERALE BASSA TENSIONE PARALLELO INVERTER	23
3.7.5 UPS DI CABINA.....	24

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

3.8	SISTEMA DI SICUREZZA	24
3.9	SISTEMA DI MONITORAGGIO	24
4	CONNESSIONE ALLA RETE.....	26
4.1	GENERALITA'	26
4.2	PROTEZIONE E TARATURA	26
4.2.1	Sistema di protezione generale (SPG)	26
4.2.2	Sistema di protezione di interfaccia	28
4.2.3	Protezioni inverter	29
4.2.4	Regolazione della potenza reattiva	30
4.2.5	Impianto di terra	31
4.2.6	Cavi di potenza MT e BT.....	31
4.3	Dati di targa dei cavi di potenza	32
5	protezione dalle sovracorrenti	33
5.1	Protezione dei moduli.....	33
5.2	Protezione dei cavi	33
6	Calcolo della portata	33
7	Calcolo della caduta di tensione	33
8	CALCOLO IMPIANTO DI TERRA	35
9	Riferimenti normativi.....	37
9.1	Norme di riferimento per la Bassa tensione:	37
9.2	Norme di riferimento per la Media tensione	37
9.3	Norme di riferimento per la protezione fulmini	38

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

1 DATI GENERALI DI PROGETTO

Il presente documento costituisce la relazione tecnica generale nell'ambito del progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico, denominato "Castel Maggiore AFV" da 11.845,60 kWp e relative opere di connessione, sito in VIA GIACOMO MATTEOTTI foglio 16 particelle 59,129,130,138,139,144; nel Comune di Castel Maggiore (BO) avente come titolare dell'impianto Synergy srl.

L'impianto agrivoltaico sarà realizzato con pannelli fotovoltaici installati su strutture tracker, avrà una potenza di picco di 11.845,60 kWp lato corrente continua determinata da 17.680 moduli bifacciali, aventi ciascuno una potenza di picco di 670 Wp.

2 CRITERI DI PROGETTO

2.1 TENSIONI DI PROGETTO

Parametro	Valore
Massima tensione CC	1500 VCC
Distribuzione in Media Tensione	15 kV $\pm$ 5%, 50 Hz-3 ph
Alimentazione inverter	800 Vac $\pm$ 5%, 50 Hz-3 ph
Distribuzione in Bassa Tensione	400/230 Vac $\pm$ 5%, 50 Hz-3 ph+N/1 ph+N
Circuiti luce e forza elettromotrice	400/230 Vac, 50 Hz-3 ph+N/1 ph+N
Sistema AC UPS	400/230 Vac $\pm$ 1% 50 Hz
Sistema di batterie	110 Vdc (o differente livello di tensione suggerito dal costruttore).

Le tolleranze sui livelli di tensione sopra indicati, sono da riferirsi alla sbarra dei quadri citati.

In normali condizioni d'esercizio, le variazioni di tensione e frequenza del sistema non devono eccedere rispettivamente il $\pm$ 5 % e il $\pm$ 2 %. Tuttavia, tutte le apparecchiature elettriche devono essere dimensionate per resistere a una variazione della tensione del $\pm$ 10 % e una variazione della frequenza del sistema del $\pm$ 5 %.

Per il dimensionamento dei componenti di impianto, il distributore deve comunicare i valori di corrente di corto circuito e di guasto a terra nonché stato del neutro presenti in cabina POD.

2.2 VALORI DI CORRENTE DI CORTOCIRCUITO

I valori TIPICI di corrente cortocircuito dell'impianto possono essere desunti dalla tabella seguente:

Valore MAX trifase della corrente di cortocircuito	
Punto di consegna in media tensione	12.5 kA
Quadro di parallelo inverter in BT	16 kA

Tutte le apparecchiature dovranno avere valori di corrente di cortocircuito massima ammissibile coordinati con il valore rispecchiato in tabella a seconda della loro ubicazione.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

2.3 DISTRIBUZIONE

Il sistema elettrico BT dai gruppi di conversione DC/AC ai gruppi di trasformazione BT/MT è di tipo IT. Il sistema di distribuzione dei servizi ausiliari è del tipo TN-S. La rete in MT è invece gestita con il neutro isolato/compensato. E' necessario sorvegliatore di isolamento per tutti gli impianti.

2.3.1 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8 (art. 712) la protezione contro le sovracorrenti deve essere prevista solo nel caso in cui la portata del cavo sia inferiore a 1,25 volte la corrente di cortocircuito calcolata in qualsiasi punto. La CEI 64-8 prescrive quindi che, se i cavi sono scelti con una portata almeno uguale alla massima corrente che li può interessare nelle condizioni più severe, non è possibile sovraccaricare, e non occorre quindi proteggere contro il sovraccarico, i cavi in questione. Nei casi in cui questa condizione non è verificata, sono previsti idonei dispositivi di protezione; questi sono posti all'origine della linea, e devono soddisfare le seguenti relazioni:

$$1. I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$2. I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b = corrente di utilizzo dei carichi/generatori;

I_n = corrente nominale o di regolazione del dispositivo di protezione, posto a monte della linea;

I_z = portata del cavo nelle specifiche condizioni di posa;

I_f = corrente convenzionale di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione.

La seconda condizione è automaticamente soddisfatta nel caso di utilizzo di interruttori automatici costruiti in conformità alle relative normative.

2.3.2 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

Il dispositivo di protezione posto a monte della conduttura deve avere un potere di interruzione superiore al valore massimo della corrente di cortocircuito presunta (I_{cc}) nel punto di installazione, in particolare deve soddisfare la relazione, relativa all'energia specifica passante dell'interruttore automatico (I^2t) che deve essere minore dell'energia specifica ammissibile del cavo (K^2S^2):

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

2.3.3 PROTEZIONE DELLE STRINGHE DA CORRENTI INVERSE

Se una stringa viene cortocircuitata, in tutto o in parte, a seguito di uno o più guasti (o di ombreggiamenti), le altre stringhe in parallelo originano una corrente che attraversa la stringa in senso inverso a quello ordinario.

I moduli fotovoltaici sono in grado di sopportare, senza danneggiarsi, una corrente inversa compresa in genere tra 2,5 I_{sc} e 3 I_{sc} . Il numero minimo necessario di stringhe perché la protezione da fusibile sia necessaria è 3.

L'inverter è dotato di un sistema di rilevamento di guasti di stringa perciò non sono necessari fusibili

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

2.3.4 PROTEZIONE DEI CAVI DI STRINGA DALLE SOVRACORRENTI

Per quanto riguarda la sezione in continua, 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 ciascuna stringa è assunta pari a:

$$I_b = 1,25 I_{sc}$$

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 1kW/m².

L'inverter è dotato di un sistema di rilevamento di guasti di stringa perciò non sono necessari fusibili

2.3.5 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti è assicurata se l'impianto nel suo insieme è realizzato con il grado di protezione IP richiesto.

2.3.6 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE

Sistemi IT

In questo tipo di configurazione le parti attive sono isolate e le masse sono connesse allo stesso impianto di terra.

Con questo tipo di configurazione è garantita la continuità del sistema il quale ha necessità unicamente di un sensore di isolamento tra le parti attive e la terra in modo da monitorare ed eliminare il primo guasto.

Il secondo guasto a terra ricade nel un sistema TN-S

Sistemi TN-S

In questo tipo di configurazione le parti attive e le masse sono connesse allo stesso impianto di terra.

Nei circuiti terminali in corrente alternata sono utilizzati dispositivi automatici e all'occorrenza differenziali, in modo che sia facilmente soddisfatta la condizione:

$$Z_s \cdot I_a < U_o$$

dove:

Z_s : impedenza dell'anello di guasto, che comprende la cabina di trasformazione, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione nel tratto compreso tra il punto di guasto e la cabina;

I_a : corrente che provoca l'apertura automatica del dispositivo di protezione entro i tempi previsti dalla norma in funzione della tensione nominale verso terra del sistema, indicati nella tabella sottostante;

U_o : valore di tensione verso terra del sistema

Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN

U_o [V]

Tempo di interruzione [s]

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

120	0,8
130	0,4
400	0,2
>400	0,1

2.3.7 PROTEZIONE MEDIANTE COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE

La protezione deve essere assicurata dove possibile con l'uso di componenti elettrici che siano stati sottoposti alle prove di tipo e siano contrassegnati in accordo con le relative norme: componenti elettrici aventi isolamento doppio o rinforzato (componenti elettrici di Classe II); questi componenti elettrici sono identificati dal segno grafico .

Dove la protezione mediante l'utilizzo di doppio isolamento non è soddisfatta secondo le norme, occorre che il personale che opera all'interno del campo fotovoltaico sia addestrato sulle normative e i regolamenti relativi all'utilizzo dei DPI, come la direttiva DPI (UE) 2016/425 e la norma EN 407 e dotato di dispositivi di protezione individuale atti a garantire la sicurezza quali ad esempio

- un elmetto in materiale isolante con visiera di protezione
- un vestiario non propagante la fiamma che non lasci scoperte parti del tronco e degli arti
- guanti isolanti di classe 0 fino a 1500 Vcc e attrezzi isolati.

2.3.7.1 Distribuzione in corrente continua

La distribuzione in corrente continua sarà realizzata:

1. STRINGHE: con cavo H1Z2Z2-K, avente tensioni nominali $U_0/U = 1,5/1,5$ kV , tensione massima 1,2 kVac ,1,8 kVcc

2.3.7.2 Distribuzione in corrente alternata

Nel sistema di distribuzione in corrente alternata la tensione di impiego è di 3F+PE 800 Vac e tutti i cavi utilizzati hanno tensioni nominali 1,8/3 kV perciò rispondenti al requisito di tensione nominale superiore alla tensione di esercizio.

Il cavo (N)AXY garantisce al sistema di distribuzione in alternata le caratteristiche di "doppio isolamento".

Ai fini della protezione dai contatti indiretti occorre , per i sistemi IT, sia inserito un dispositivo per la segnalazione del primo guasto a terra (quale la protezione interna degli inverter) , mentre il secondo guasto è gestito come sistema TN tramite l'interruzione automatica dell'alimentazione quale interruttore magnetotermico.

2.3.8 PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI

Gli impianti fotovoltaici, essendo usualmente installati all'esterno degli edifici, possono essere esposti a sovratensioni di origine atmosferica, sia dirette (fulmine che colpisce la struttura) che indirette (fulmine che si abbatte in prossimità della struttura stessa dell'edificio o interessa le linee di energia o di segnale entranti nella struttura) tramite accoppiamento resistivo o induttivo.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

L'accoppiamento resistivo si presenta quando un fulmine colpisce la linea elettrica entrante nell'edificio. La corrente di un fulmine, tramite l'impedenza caratteristica della linea, dà origine ad una sovratensione che può superare la tenuta all'impulso delle apparecchiature, con conseguente danneggiamento e pericolo d'incendio.

L'accoppiamento induttivo si verifica perché la corrente del fulmine è impulsiva e genera quindi nello spazio circostante un campo elettromagnetico fortemente variabile. La variazione del campo magnetico genera di conseguenza delle sovratensioni indotte sui circuiti elettrici presenti nelle vicinanze.

Oltre alle sovratensioni di origine atmosferica, l'impianto fotovoltaico può essere esposto a sovratensioni interne di manovra.

2.3.9 FULMINAZIONE DIRETTA

Qualora un impianto PV sia installato sul terreno non si ha il rischio d'incendio per fulminazione diretta e l'unico pericolo per le persone è rappresentato dalle tensioni di passo e di contatto. Quando la resistività superficiale supera i 5 k Ω m (es. terreno roccioso, asfaltato di almeno 5 cm di spessore o ricoperto da uno strato di ghiaia di almeno 15 cm) non è necessario adottare alcun provvedimento, dato che le tensioni di contatto e di passo sono trascurabili (CEI 81-10). Se invece il terreno ha una resistività uguale o inferiore a 5 k Ω m occorrerebbe teoricamente verificare se sono necessarie delle misure di protezione contro le tensioni di passo e contatto; tuttavia, in tal caso la probabilità di fulminazione è molto piccola, pertanto il problema si presenta solamente per impianti molto estesi.

2.3.10 FULMINAZIONE INDIRETTA

Anche nel caso in cui il fulmine non colpisca direttamente la struttura dell'impianto PV, occorre comunque adottare delle misure per attenuare le sovratensioni indotte da un'eventuale fulminazione indiretta quali:

- la schermatura dei circuiti per ridurre il campo magnetico all'interno dell'involucro con conseguente riduzione delle sovratensioni indotte;
- la riduzione dell'area della spira del circuito indotto, collegando in modo opportuno i moduli tra loro , intrecciando i conduttori ed avvicinando il più possibile il conduttore attivo al PE.

Le sovratensioni che, seppur limitate, possono generarsi devono essere scaricate verso terra mediante SPD (Surge Protective Device) per proteggere le apparecchiature.

Gli SPD sono di fatto dei dispositivi ad impedenza variabile in funzione della tensione applicata: alla tensione nominale dell'impianto presentano un'impedenza molto elevata, mentre in presenza di una sovratensione riducono la loro impedenza, derivando la corrente associata alla sovratensione e mantenendo quest'ultima entro determinati valori. A seconda delle modalità di funzionamento gli SPD si distinguono in:

- SPD a commutazione, quali spinterometri o diodi controllati, quando la tensione supera un determinato valore riducono istantaneamente la loro impedenza e quindi la tensione ai loro capi;
- SPD a limitazione, quali varistori o diodi Zener, presentano un'impedenza decrescente gradualmente all'aumentare della tensione ai loro capi;
- SPD combinati che comprendono i due precedenti collegati in serie o parallelo.

Nella protezione lato continua è bene impiegare SPD a varistori o SPD combinati.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

L'impianto FV è dotato di protezione SPD nei seguenti punti:

- Cella MT:SPD tipo I+II con sezionatore fusibile
- Quadro Q.G.BT: SPD tipo I+II 830 Vac 30 kA con sezionatore fusibile
- Inverter HUAWEI lato CA: SPD tipo II monitorati
- Inverter HUAWEI lato CC:SPD tipo II monitorati

2.3.11 CAVI IN BT

Anzitutto i cavi devono avere una tensione nominale adeguata a quella dell'impianto. In corrente continua, la tensione d'impianto non deve superare del 150% la tensione nominale dei cavi che si riferisce al loro impiego in c.a. (in c.a. la tensione d'impianto non deve superare la tensione nominale dei cavi).

corrente alternata [V]	corrente continua [V]
300/500	450/750
450/750	675/1125
600/1000	900/1500

Le condutture sul lato c.c. dell'impianto devono avere un isolamento doppio o rinforzato (classe II) in modo da ridurre il rischio di guasti a terra ed i cortocircuiti (CEI 64-8).

2.3.11.1 Cavi in corrente continua a 1500 Vcc.

I cavi utilizzati in un impianto fotovoltaico devono essere in grado di sopportare, per la durata di vita dell'impianto stesso (25/30 anni), severe condizioni ambientali in termini di elevata temperatura, precipitazioni atmosferiche e radiazioni ultraviolette.

I cavi sul lato c.c. solitamente sono cavi solari (o di stringa) che collegano tra loro i moduli e la stringa al primo quadro di sottocampo o direttamente all'inverter;

I cavi che collegano tra loro i moduli sono installati nella parte posteriore dei moduli stessi, laddove la temperatura può raggiungere i 70-80°C. Tali cavi devono quindi essere in grado di sopportare elevate temperature e resistere ai raggi ultravioletti, se installati a vista. Pertanto si usano cavi particolari, denominati in gergo come "cavi solari", usualmente unipolari con isolamento e guaina in gomma, tipo H1Z2Z2-K tensione nominale 1,5 kV, con temperatura massima di normale di funzionamento pari a 90°C e con vita utile di 20.000 ore con funzionamento continuativo a 120 °C.

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:

$$I_b = 1,25 \cdot I_{sc}$$

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

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 1kW/m^2 .

La portata I_z dei cavi deve tenere in considerazione i coefficienti riduttivi associati alle specifiche condizioni di installazione, caso per caso.

La scelta del tipo e della sezione del conduttore quindi si basa sulle seguenti considerazioni tecnico/economiche:

- tensione nominale di esercizio;
- corrente assorbita dal carico;
- condizioni di posa;
- limitazione delle perdite di energia;
- contenimento della caduta di tensione entro un determinato limite percentuale rispetto al valore nominale.

Nelle linee derivate in cui è diminuita la sezione, se non è previsto un dispositivo automatico, la sezione è coordinata con la protezione a monte.

Verranno utilizzati cavi a doppio isolamento; all'ingresso dei conduttori nei quadri elettrici, nelle cassette di derivazione e nelle canaline portatavi, sono previsti dei pressavi di idonee dimensioni in modo da garantire il grado IP richiesto ed impedire il danneggiamento della guaina esterna del cavo stesso.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

3.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Il modulo fotovoltaico scelto è Bifacciale in silicio monocristallino tipo LONGI modello Hi-MO LR8-66HYD 670M, con potenza nominale di picco STC pari a 670Wp, e con tolleranza positiva fino a +3%.

Le celle che compongono i moduli sono con giunzione di tipo N, e con garanzia sulla produzione rilasciata dal produttore vede un rendimento sull'energia prodotta pari all'88.85% al 30° anno di funzionamento.

I moduli, inoltre, hanno una garanzia sui difetti di fabbricazione pari a 12 anni.

I dati tecnici nominali di picco riportati nel seguito sono da intendersi riferiti alle condizioni STC (Standard Test Conditions) secondo le quali si ha temperatura della cella pari a 25°C, irraggiamento solare pari a 1kW/m², Air Mass 1,5.

Dati di targa modulo FV	
Marca	Longi
Modello	Hi-MO LR8-66HYD 670M
Tipologia	Silicio monocristallino N-type
Superficie (mq)	2,7
Dimensioni (LxWxH mm)	2.384x1303x33 mm
Potenza STC(Wp)	670
Tensione Voc a vuoto (V)	50.12
Corrente Isc in corto circuito (A)	16.86
Tensione mppt (V)	41.38
Corrente mppt (A)	16.19
Coefficiente termico P (%/C)	-0,26
Coefficiente termico Voc (%/C)	-0,20
Coefficiente termico Isc (%/C)	+0,050

Proponente: Cedro CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto: SYNERGY. YOUR TRANSITION TO THE FUTURE via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione: TELEIOS SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
--	--	---

Relazione di calcolo preliminare impianti

Hi-MO 9
Sea-Shield

LR8-66HYD 630~670M

24.8%
MAX MODULE
EFFICIENCY

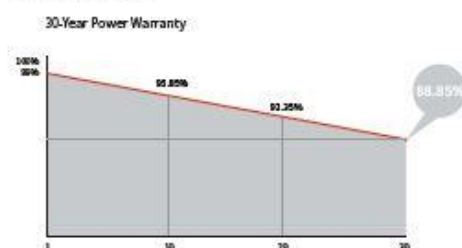
0~3%
POWER
TOLERANCE

<1%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.35%
YEAR 2-30
POWER DEGRADATION

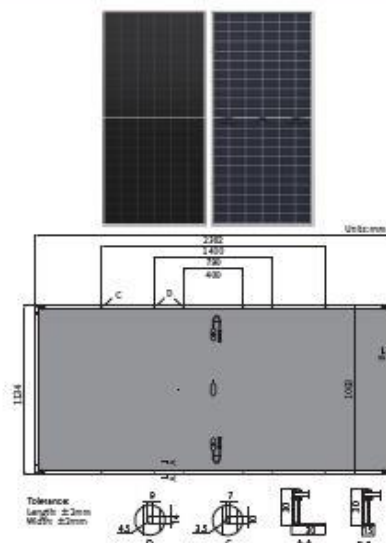
BC-CELL
LOWER OPERATING
TEMPERATURE

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6×22)
Junction Box	Modular junction box for salt spray erosion resistance
Output Cable	4mm ² ±400/-200mm/±1400mm length can be customised
Glass	Dual glass, weather-resistant semi-tempered glass
Frame	Weather-resistant anodized aluminum frame
Weight	41.6kg
Dimension	2382×1134×30mm
Packaging	36pcs per pallet / 144pcs per 20' GP / 576pcs per 40' HC



Electrical Characteristics	STC: AM1.5 1000W/m² 25°C				NOCT: AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s				Test uncertainty for Pmax: ±2%				
Module Type	LR8-66HYD-630M	LR8-66HYD-635M	LR8-66HYD-640M	LR8-66HYD-645M	LR8-66HYD-650M	LR8-66HYD-655M	LR8-66HYD-660M	LR8-66HYD-665M	LR8-66HYD-670M				
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC
Maximum Power (Pmax/W)	630	479.6	635	483.4	640	487.2	645	491.0	650	494.8	655	498.6	660
Open Circuit Voltage (Voc/V)	40.32	46.87	40.42	46.97	40.52	47.06	40.62	47.16	40.72	47.25	40.82	47.35	40.92
Short Circuit Current (Isc/A)	35.22	13.03	36.30	13.09	36.38	13.16	36.46	13.22	36.54	13.28	36.62	13.35	36.70
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.58	38.57	40.68	38.66	40.78	38.76	40.88	38.85	40.98	38.95	41.08	39.04	41.18
Current at Maximum Power (Imp/A)	15.53	12.45	15.61	12.53	15.69	12.58	15.78	12.65	15.86	12.72	15.94	12.78	16.03
Module Efficiency(%)	23.3		23.5		23.7		23.9		24.1		24.2		24.4

Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 645W front)

Pmax/W	Voc/V	Isc/A	Vmp/V	Imp/A	Pmax gain
677	49.62	17.28	40.88	16.57	5%
710	49.62	18.11	40.88	17.36	10%
744	49.72	18.93	40.98	18.15	15%
776	49.72	19.75	40.98	18.94	20%
808	49.72	20.58	40.98	19.73	25%

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3% (Other area)
Maximum System Voltage	0 ~ +5W (India area)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45 ± 2°C
Protection Class	Class II
Reliability	75 ± 5%
Fire Rating	UL Typ4 29 IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.200%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.260%/°C

LONGI

Web: www.longi.com

Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
LONGI reserves the right of final interpretation. (2025041TV4.1 Draft)

Figura 3.1 caratteristiche modulo fotovoltaico

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

3.2 STRUTTURE

I parametri di installazione sono i seguenti:

tracker	
Orientamento	Azimuth 22,6°
Passo	7 m
Misure modulo	2382*1134*30 (mm)/ 41.6 kg
Angolo di tilt	+/- 50°
Numero moduli	26
configurazione	1Portrait

Le strutture sono di tipo tracker monoassiale in configurazione 13x1P , 26x1P , 52x1P poste a passo di 7m onde permettere una agevole manutenzione, sono dotati di sistema di movimentazione con algoritmo di backtracking e di alimentazione completamente indipendente senza necessità di collegamenti esterni nonché di comunicazione indipendente.

3.3 INVERTER

Gli inverter costituiscono i gruppi di conversione e l'insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento, protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza in corrente continua generata dal generatore fotovoltaico alla rete pubblica in corrente alternata a 50 Hz, in conformità ai requisiti normativi dettati in modo particolare dalla CEI 0-16, tecnici e di sicurezza applicabili.

Gli inverter selezionati sono prodotti da Huawei, modello SUN2000 330KTL-H1; in totale verranno installati:

- n. 33 inverter di stringa con potenza nominale di uscita pari a 300 kVA con temperatura di funzionamento pari a 40°C, mentre per temperature di 30 °C riescono a fornire una potenza di uscita di 330 kVA;

Il rendimento massimo degli inverter è pari al 99,03%, mentre l'efficienza europea pesata è del 98,8%.

Ogni inverter è dotato di più MPPT (inseguitori di massima potenza) a ciascun MPPT sono connesse fino a 4/5 stringhe.

Gli inverter lavorano con una tensione massima di sistema lato corrente continua pari a 1.500Vcc, offrendo quindi la possibilità di creare delle stringhe composte da un numero maggiore di moduli e riducendo quindi significativamente il numero complessivo dei cavi di stringa a parità di potenza installata, riducendo non solo i costi di installazione, ma anche la corrente in gioco e le relative perdite per effetto Joule, massimizzando la producibilità globale dell'impianto.

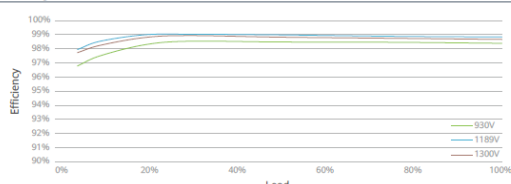
Gli inverter presentano una tensione di uscita di 800Vac in luogo della tensione normalmente utilizzata di 400Vac; ciò riduce la corrente in gioco nell'impianto a parità di potenza erogata. Ciò ha molteplici vantaggi, tra i quali l'utilizzo di cavi di sezione ridotta che vedono quindi l'utilizzo di una minore quantità di materia prima, minori perdite di trasmissione e utilizzo di interruttori aventi minore corrente nominale, con dimensioni ridotte e quindi minore necessità di spazio per i quadri elettrici e quindi per le cabine elettriche. In fase realizzativa potranno essere utilizzati inverter di altra tipologia con caratteristiche simili.

Proponente: Cedro CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto: SYNERGY. YOUR TRANSITION TO THE FUTURE via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione: TELEIOS SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

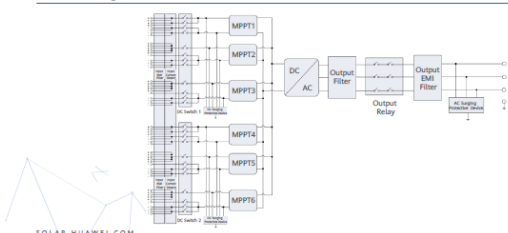
► SUN2000-330KTL-H1 Smart String Inverter For APAC, LATAM & EUROPE



Efficiency Curve



Circuit Diagram



Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥ 99.03%
European Efficiency	≥ 98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPPT	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	THD < 1% (Rated)
Protection	
Smart String-level Disconnection (SSLD)	Yes
Smart Connector-level Detection (SCLD)	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Detection	Yes
DC Surge Arresters	Type II
AC Surge Arresters	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Detection Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤ 112 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m
Relative Humidity	0 ~ 100% (Non-condensing)
DC Connector	HH45MM4TMSPA / HH45FM4TMSPA
AC Connector	Support OT / DT Terminal (Max. 400 mm²)
Protection Degree	IP 66
Anti-corrosion Protection	CS-Medium
Topology	Transformerless
Standards Compliance	
IEC 62109-1/-2, IEC 62920, IEC 60947-2, EN 50549-2, IEC 61683, etc.	

Figura 3.2 :modello inverter

3.3.1 CONFIGURAZIONE

I moduli fotovoltaici vengono connessi in serie da 26 pannelli fino a formare una stringa. Gruppi di 21 stringhe vengono poi connessi a un singolo inverter.

Ogni gruppo di moduli sotteso a un singolo inverter, è composto quindi da max n° 546 moduli del tipo Silicio monocristallino con potenza di picco pari a 670 Wp, per una potenza totale lato corrente continua di 365,82 kWp.

Gli inverter hanno potenza nominale/massima di uscita pari a 300 kW; ciò significa che gli inverter sono sovraccaricati al 22% circa oltre alla potenza nominale. L'esperienza ha dimostrato, infatti, che in un impianto fotovoltaico la potenza massima generabile dai moduli nelle condizioni di funzionamento reali è pari all'80% della potenza nominale di picco installata sul lato in corrente continua, per via delle perdite normali di funzionamento.

Nell'immagine di seguito è riportato il risultato di calcolo effettuato mediante il software PVSyst per l'impianto con la configurazione proposta.

Proponente: Cedro CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto: SYNERGY. YOUR TRANSITION TO THE FUTURE via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione: TELEIOS SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

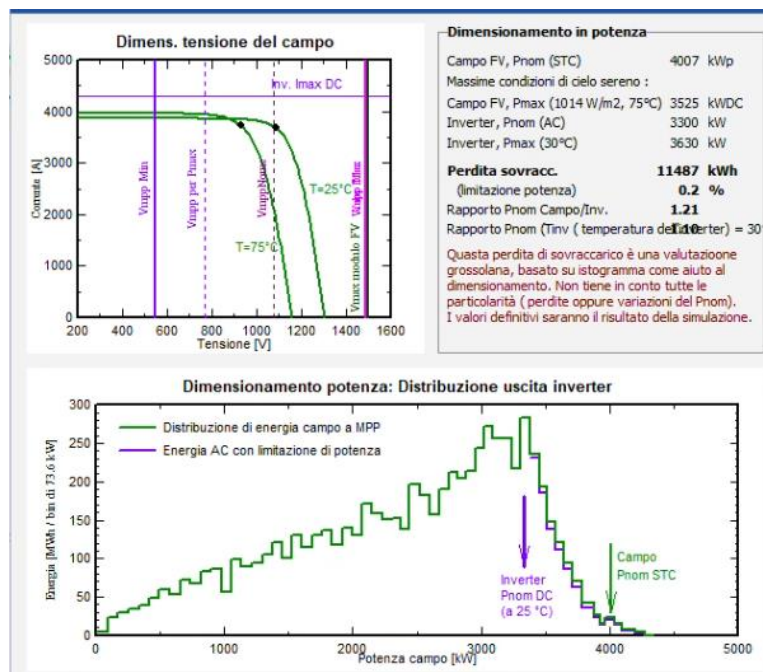


Figura 3.3 : dimensionamento con PVSYS 8.0.21

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

L'impianto nel suo complesso prevede l'installazione di n. 33 inverter per una potenza totale installata lato corrente continua di 11.845,60 kWp e potenza nominale di uscita degli inverter pari a 9.900 kW.

CAMPO	POWER STATION	INVERTER	P.MODULI (Wp)	STRINGHE (#)	MODULI (#)	POTENZA CC (kWp)	Rapporto Pdc/Pac	P.MODULI (kWp)	P.INVERTER (kW @40°C)	POTENZA INVERTER (kW @40°C)	RATIO	POTENZA TRAF0 (kW @40°C)
	PS 1	INV-1-1	670	21	546	365,82	1,22	3954,34	300	3300	1,20	3300
		INV-1-2	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-1-3	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-1-4	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-1-5	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-1-6	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-1-7	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-1-8	670	20	520	348,4	1,16		300			
		INV-1-9	670	20	520	348,4	1,16		300			
		INV-1-10	670	20	520	348,4	1,16		300			
		INV-1-11	670	20	520	348,4	1,16		300			
	PS 2	INV-2-1	670	21	546	365,82	1,22	3954,34	300	3300	1,20	3300
		INV-2-2	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-2-3	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-2-4	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-2-5	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-2-6	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-2-7	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-2-8	670	20	520	348,4	1,16		300			
		INV-2-9	670	20	520	348,4	1,16		300			
		INV-2-10	670	20	520	348,4	1,16		300			
		INV-2-11	670	20	520	348,4	1,16		300			
	PS 3	INV-3-1	670	21	546	365,82	1,22	3936,92	300	3300	1,19	3300
		INV-3-2	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-3-3	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-3-4	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-3-5	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-3-6	670	21	546	365,82	1,22		300			
		INV-3-7	670	20	520	348,4	1,16		300			
		INV-3-8	670	20	520	348,4	1,16		300			
		INV-3-9	670	20	520	348,4	1,16		300			
		INV-3-10	670	20	520	348,4	1,16		300			
		INV-3-11	670	20	520	348,4	1,16		300			
TOTALI	3	33	670	680	17680	11845,6	1,20	11845,6	9900	9900	1,20	9900

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

3.4 DIMENSIONAMENTO INVERTER

La configurazione moduli FV – inverter dovrà essere in ogni caso scelta in accordo alla norma CEI 82.25.

- 1 Modulo: LONGI LR8-66HYDda 670Wp
- 2 Inverter:HUAWEI 330 KTL-H1
- 3 Numero moduli per stringa=26

Per il dimensionamento , considerati località ed il tipo di posa , si ipotizzano le temperature minima e massima dei moduli di -10°C e +75°C.

Le condizioni da verificare per il dimensionamento dell'inverter sono:

	Parametro moduli	Valore ammesso rispetto a valori inverter
1	V _{OC} @-10°C (V)	V _{OC} @-10°C (V) < V _{max} INV
2	V _{OC} @STC (V)	V _{OC} @STC (V) < V _{max} INV
3	V _{MPP} @-10°C (V)	V _{mpptmin} INV < V _{MPP} @-10°C (V) < V _{mpptmax} INV
4	V _{MPP} @STC (V)	V _{mpptmin} INV < V _{MPP} @STC (V) < V _{mpptmax} INV
5	V _{MPP} @75°C (V)	V _{mpptmin} INV < V _{MPP} @75°C (V) < V _{mpptmax} INV
7	I _{MPP} @75°C per INVERTER (A)	I _{MPP} @75°C per INVERTER (A) < I _{max} INV

I valori sono stati calcolati con un foglio EXCEL (Le condizioni STC fanno riferimento a 25°C).

N° moduli/stringa	26			
VOC (V)	-10	°C	1421,70	V
VOC (V)	25	°C	1303,12	V
VMPP (V)	-10	°C	1173,79	V
VMPP (V)	25	°C	1075,88	V
VMPP (V)	75	°C	936,02	V
IMPP (A)	75	°C	340,88	A

I valori principali sono calcolabili anche con software PVSYST che restituisce i seguenti:

- V_{mp}(75°C)=933 V
- V_{mp}(25°C)=1086 V
- V_{oc}(-10°C)=1401 V



The screenshot shows the PVSYST 8.0.20 interface with the following data:

- Disegnare campo:**
 - Numero di moduli e di stringhe:
 - Mod. in serie: 26 (range 16-27)
 - N. di stringhe: 222
 - Perdita sovracc. Rapporto P_{nom}: 0.0 % (1.17)
 - N. di moduli: 5772
 - Superficie: 15591 m²
- Cond. di funzionamento:**
 - V_{mp} (75°C): 933 V
 - V_{mp} (25°C): 1086 V
 - V_{ca} (-10°C): 1401 V
- Irraggiamento:**
 - Irragg. piano: 1000 W/m²
 - Imp (STC): 3594 A
 - Isc (STC): 3743 A
 - Isc (a STC): 3743 A
- Potenza:**
 - Potenza max. in funzionamento (a 1000 W/m² e 50°C): 3619 kW
 - Potenza nom. campo (STC): 3867 kWp

Figura 3.4 :dimensionamento con PVSYST 8.0.20

La verifica porta i seguenti risultati tutti verificati

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

	Parametro moduli	Valore ammesso rispetto a valori inverter
1	V _{OC} @-10°C (V)	1421 < 1500
2	V _{OC} @STC (V)	1303<1500
3	V _{MPP} @-10°C (V)	500<1173 <1500
4	V _{MPP} @STC (V)	500< 1075< 1500
5	V _{MPP} @75°C (V)	500< 939< 1500
7	I _{MPP} @75°C per INVERTER (A)	340<390

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

3.5 CABINA ELETTRICA DI CONSEGNA (POD)

La cabina di consegna sarà un monoblocco in cemento armato vibrato, conforme alla specifica Enel Distribuzione DG2061 edizione 9, avente le seguenti caratteristiche:

- Dimensioni esterne: Monoblocco mm. 2500 x 6720 x 2700 - (PxLxH)
- Misure interne: Vano Consegna mm. (2300 x 5530 x 2500) - (PxLxH);
- Vano Misure mm. (2300 x 900 x 2500) - (PxLxH);
- trattamento murale interno colore bianco; trattamento murale esterno al quarzo-plastic finitura graffiato RAL 1011;
- impermeabilizzazione del tetto eseguita con primo strato di guaina bituminosa 4 mm. armata e secondo strato incrociato di guaina ardesiata da 4.5 mm ; fori a pavimento per passaggio cavi MT e BT; nodo di collegamento alla rete equipotenziale (gabbia di Faraday) interna alle pareti in cls

I locali vengono equipaggiati di:

- Due porte a due ante in vetroresina ignifughe omologate Enel (cm. 120x215) per vano Consegna;
- Una porta ad una anta in vetroresina ignifughe omologate Enel (cm 80 x 215) per vano misure;
- Due griglie in vetroresina ignifughe omologate Enel (cm. 120x50) per vano Consegna;
- Una divisione in cemento armato vibrato;
- Supporto metallico per montaggio Qbt standard Enel ;
- Passante cavi temporaneo Ø100mm;
- Predisposizione mediante flangia per installazione passante stagno per cavi antenna Ø80mm;
- golfari di sollevamento in alto;
- per scolo delle acque meteoriche;
- due areatori statici eolici in acciaio inox;
- Un tavolino porta pc ribaltabile;
- Un raccoglitore documenti;
- Botole di accesso passo d'uomo pavimento cabina con copertura in VTR di cui
 - n°1 plotta (1000x600)mm per vano consegna;
 - n°1 plotta (600x600)mm per vano misure;
 - n° 6 plotte (650x250)mm per vano consegna;
- impianto elettrico interno completo di n° 4 punti luce di cui n°1 di emergenza con armature stagne, interruttori di comando e prese FM come da specifica Enel DY3021 ed.3;

Il manufatto viene posato sopra ad una vasca di fondazione prefabbricata avente dimensioni esterne mm. 2450 x (6670) x 650 - (PxLxH) ed altezza utile interna mm. 550; provvista di fori a frattura prestabilita per passaggio cavi MT e BT ricavati con sistema a flange in PVC.

L'attività verrà completata con la stesura di una guaina impermeabilizzante tra la vasca ed il manufatto.

3.6 CABINA ELETTRICA DI CONSEGNA (UTENTE)

3.7 POWER STATION

La cabina di trasformazione è costruita per contenere apparecchiature elettriche e per essere posizionato all'esterno su un'apposita vasca in cemento, quindi la sua copertura è studiata per garantire l'impermeabilità della cabina stessa.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

La cabina di trasformazione viene inoltre fornita di tutti i documenti per la verifica strutturale necessari a garantire il pieno rispetto delle normative locali in materia di resistenza sismica, neve e resistenza al vento, considerando i requisiti indicati nel capitolato e comprensivo della progettazione delle piastre di fissaggio per collegare le attrezzature alla fondazione.

La CABINA DI TRASFORMAZIONE è composta da una struttura metallica (basamento) che sostiene una cabina con struttura metallica rivestita in pannelli sandwich. In particolare la cabina sarà suddivisa in:

- N°1 LOCALE BT e AUX: Contiene il quadro BT, il quadro Ausiliario e le apparecchiature ausiliarie,
- N°1 LOCALE MT: Contiene il quadro MT
- N°1 LOCALE TRAFO: contiene il trasformatore MT/BT

Proponente: Cedro CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		



Input	
Available Inverters / PCS	SUN2000-330KTL
Maximum LV AC Inputs	11 ^[1]
AC Power	3300 kVA @40°C ^[2]
Rated Input Voltage	800 V
Max. Input Current at Nominal Voltage	2819.7A
LV Main Switches	ACB (2900 A / 800 V / 3P, 1*1 pcs), MCCB (400 A / 800 V / 3P, 1*11 pcs)
Output	
Rated Output Voltage	20 kV
Frequency	50 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type
Tappings	± 2 x 2.5%
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)
Transformer Vector Group	Dy11
Minimum Peak Efficiency Index	99.532%
Transformer Load Losses	27 kW (+15%)
Transformer No-load Losses	2.2 kW (+15%)
Impedance	7.8% (+/- 10%)@ 3300 kVA
RMU Type	SF ₆ Gas Insulated
RMU Transformer Protection Modules	MV Vacuum Circuit Breaker Modules
Auxiliary Transformer	5kVA, Ii0, 800 V / 230V /127V
Protection	
Transformer Monitoring & Protection	Oil level, oil temperature, oil pressure and buchholz
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54
Internal Arcing Fault Classification of STS	IAC A 20 kA 1s
LV Overvoltage Protection	Type I+II
General	
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)
Weight	< 15 t
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ^[2]
Relative Humidity	0% ~ 95%

3.7.1 QUADRO MEDIA TENSIONE

Sono previsti dei quadri di media tensione che rispettano i requisiti della Norma CEI 0-16.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

Item	Parameter
Applicable Standards	IEC 62271-1/100/102/103/200
Insulation Type	SF ₆
Rated Voltage	24 kV
Rated Current	630 A
Rated Frequency	50Hz
Rated Power-frequency Withstand Voltage (1min)	50/60 kV (Common Value/ Across the Isolation Distance)
Rated Lightning Impulse Withstand Voltage	125/145 kV (Common Value/ Across the Isolation Distance)
Rated Peak Withstand Current	50 kA
Rated Short-time Withstand current	20 kA / 3s
Internal Arcing Fault	IAC A FLR 20 kA / 1s
IP Protection	IP 3X
IP Protection of SF ₆ Gas Tank	IP 67
Relay Protection	50/51, 50N/51N, Inrush blocking, Watchdog, 49T (External Trip), FR
Gas Leakage Rate Per Year	<0.1%
Operating Temperature Range	-25°C ~+65°C ^[1]
Dimensions	≤ 1500 mm* ≤ 1000 mm* ≤ 2200 mm
Cabling Routine	Bottom in & out

3.7.2 TRASFORMATORE MT/BT

I 3 trasformatori sono isolati in olio, la taglia è una

- 3300 kVA

Si riportano a titolo di esempio le caratteristiche di un trasformatore da 3400 kVA.

I trasformatori avranno valore di Vcc tale da essere compatibili con le protezioni del distributore e saranno energizzati in modo da evitare interventi intempestivi , corredati da dichiarazione di conformità alla CEI 0-16.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

3.4.1 LV/MV Transformer Data

MV transformer in JUPITER-3000K-H1 is an oil-immersed transformer, and the transformer is Eco-design type with lower transformer loss, the transformer PEI follows Tier 2 of (EU) 548/2014 amended by Regulation (EU) 2019/1783.

Detailed technical specifications listed as below.

Item	Parameter
Applicable Standard	IEC 60076, EN 50588-1
Type/Design Code	Oil-immersed Conservator type
Cooling Type	ONAN
Rated Power	3300 kVA@40°C
Output Voltage	20 kV
MV Insulation Level	LI 125 / AC 50 kV
Tappings	± 2 x 2.5%
Low Voltage	0.8 kV
Low Voltage Insulation Level	LI-AC10 kV
Rated Frequency / No. of Phases	50 Hz / 3
Transformer Phase Sequence	MV: 1U-1V-1W; LV: 2U-2V-2W;
Impedance	7.8% (+/- 10%)@ 3300 kVA
Vectoring Group	Dy11
PEI	99.532%
Rated Load Loss	27 kW (+15%)
Rated No-load Loss	2.2 kW (+15%)
Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)
Winding Material	Al
Insulation Class	A
Average Temperature Rise Winding	65K
Oil Temperature Rise	60K

3.7.3 QUADRO SERVIZI AUSILIARI IN CABINA DI TRASFORMAZIONE

L'alimentazione dei servizi ausiliari sarà derivata da una linea in bassa tensione 400V 3F+N 50 Hz derivata da un trasformatore da 5 kVA e primario a 800V collegato al secondario del trasformatore principale.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

Item	Parameter
Applicable Standards	IEC60076-11
Type/Design Code	Dry Type
Cooling Type	AN
Rated Power	5 kVA
Input Voltage	0-800 V
Load Voltage	0-127-230 V
Rated Frequency	50 Hz / 60 Hz
Impedance Voltage	4%
Connecting Symbol	li0
Rated Load Loss	200 W
Rated No-load Loss	120 W
Voltage Withstand Test	AC: 3 kV / 1min
Insulation Material	H

3.7.4 QUADRO GENERALE BASSA TENSIONE PARALLELO INVERTER

realizzato in accordo alla Norma CEI-EN 61439-1

Item	Parameter	Qty.	Remark
ACB	ACB4000-2900A,3P 800V, $I_{cu}=I_{cs}= 50 \text{ kA} @800\text{Vac}$	1	Fixed type, without RCD
SPD	Type I+II: Lightning surge current $I_{imp} \geq 12.5 \text{ kA}$ (10/350 μs), $I_n \geq 20 \text{ kA}$ (8/20 μs), 3+1 U_c :680V	1	For LV main circuit
CT	3000/5 800V, Accuracy class 0.2S	3	
MCCB	$I_n=400\text{A}$ $I_{cu}=50\text{kA}@800\text{Vac}$ $I_{cs}=35 \text{ kA} @800\text{Vac}^{1)}$	12	1 pcs for SPD; no RCD
Disconnecter	$I_n=100\text{A}$ $I_{cm}=30\text{kA} @ 800 \text{ Vac}$	1	For auxiliary transformer without RCD
Fuse+ Fuse switch	800Vac-32A	1	For SmartACU
Measurement & Control Device	Integration of STS internal status, alarm and control signals; measurement of LV voltage, current, frequency, active and reactive energy	1	

Il quadro è installato all'interno della cabina e connesso al rispettivo trasformatore di potenza a mezzo di condotto sbarre in alluminio o cavi unipolari a doppio isolamento. Il collettore di terra del quadro svolgerà la funzione di barra equipotenziale cui connettere la rete di terra dell'impianto.

Il sorvegliatore d'isolamento è specifico per impianti solari eserciti in IT o TN-S.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

3.7.5 UPS DI CABINA

N. 1 Gruppo Statico di Continuità Monofase a doppia conversione con tecnologia a microprocessore, IGBT ad alta frequenza, con commutazione PWM - sinusoidale, atto ad alimentare le utenze privilegiate, sia in presenza che in assenza della rete di alimentazione. L'UPS è completamente esenti da esalazioni e manutenzione, conforme al Codice di condotta ANIE 2019, ed in assenza di rete. Norme di riferimento CEI-EN 60240-1/2

UPS DI CABINA	
Peso totale:	56 kG
Potenza nominale:	3.000 VA – 3000 W
Tensione d'isolamento:	250 V
Tensione nominale:	230 V
Frequenza nominale:	50 Hz
Autonomia:	60 @ 1 kVA

L'UPS viene alimentato e protetto dal quadro servizi ausiliari, l'uscita dell'UPS alimenta la sezione preferenziale del QSA stesso.

3.8 SISTEMA DI SICUREZZA

Al fine di ridurre i pericoli di furti, è prevista la realizzazione di un impianto antintrusione in grado di generare un allarme in caso di tentata intrusione all'interno del parco fotovoltaico.

Il sistema è costituito da un impianto TVCC realizzato con telecamere di alta qualità in grado di garantire un controllo efficace 24/24 di tutta l'area occupata, minimizzando di fatto di falsi allarmi.

Il sistema di videosorveglianza per il controllo di tutte le aree "esterne" del Parco Fotovoltaico sarà composto da:

- Telecamera disposte principalmente a protezione delle recinzioni perimetrali oltre che a sorveglianza dei vari varchi d'ingresso e delle cabine elettriche in campo. Si tratta di Telecamera, con intelligenza artificiale di livello avanzato, Video Analisi PRO. Due prodotti in uno, Telecamera e rilevatore antifurto.
- Quadro elettrico montato su palo
- VDR con numero canali video in funzione delle telecamere previste.
- HDD interni al VDR e dimensionati per acquisire localmente circa 7gg di registrazioni.
- Cavi di segnale posati entro tubazioni del tipo armati anti-roditori.
- Solo per l'ingresso, telecamera di tipo SPEED DOME
- Impianto di illuminazione su pali in condivisione con impianto CCTV

Il sistema di videosorveglianza sarà montato su circa pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinto di fondazione in c.c.a.. I pali avranno una altezza massima di 4 m, saranno dislocati ogni 40 m di recinzione circa e su di essi saranno montate le videocamere del sistema di sorveglianza. Le sezioni di scavo, per ciascun alloggiamento dei pali della sorveglianza, sono attese nella misura media di circa 110cm larghezza, 110cm lunghezza e 60cm profondità.

3.9 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Verrà installato un sistema di monitoraggio energetico la cui struttura risponda a condizioni di modularità e di rispetto dei blocchi funzionali fondamentali di cui si compone generalmente un sistema di acquisizione dati.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

Il sistema è costituito da un Data Logger con eventuale modulo di espansione (Sistema elettronico di controllo, di acquisizione e trasmissione dati) in grado di acquisire i dati provenienti dalle seguenti apparecchiature:

- sensore di irraggiamento;
- sensore di temperatura;
- seriale degli inverter previsti;
- seriale del contatore GSE;
- contatto ON/OFF relativo allo stato degli interruttori del quadro elettrico di parallelo e di interfaccia.

Sarà in grado di trasmettere a postazione PC esterna (modem GPRS/internet) tutte le informazioni acquisiti dal campo fotovoltaico (potenza elettrica istantanea, energia elettrica prodotta cumulata e la CO2 risparmiata).

Tale sistema sarà in grado di gestire anche il sistema di antintrusione/tvcc installato (vedi sopra) inviando segnalazioni via web e/o SMS al responsabile degli impianti.

Si rimanda alla documentazione dedicata per maggiori dettagli.

Il sistema di monitoraggio previsto si appoggia sul datalogger, con collegamento a tutti gli inverter tramite onde convogliate

Sono previsti i seguenti sensori ambientali:

1. N.2 sensori di radiazione solare standard calibrati secondo ISO 9060 sul piano inclinato dei moduli;
2. N.2 sensore di radiazione solare standard calibrato secondo ISO 9060 per la misura dell'albedo;
3. N.2 sensori PT-100 (DIN 43760) con corpo in silicone e base autoadesiva per misurare la temperatura della superficie piana con un intervallo da -50 a +150 °C;
4. N.2 una stazione meteorologica per l'acquisizione dei seguenti dati climatici:
 - Temperatura dell'aria ambiente all'ombra;
 - Umidità relativa;
 - Velocità e direzione del vento;
 - Piranometro calibrato secondo ISO 9060 per la misura della radiazione sul piano orizzontale

La connessione dei sensori sarà eseguita con cavo RS485 le cui caratteristiche di base sono:

Caratteristiche elettriche cavi RS485	
Tipologia	Cavi comunicazione
categoria	RS485
Dati conduttore	• Temperatura di esercizio compresa tra -30°C e 90°C; • Impedenza nominale tipica: 120 ohm; • Resistenza nominale DC del conduttore: (DCR) 24ohm/km a 20°C; • Massima tensione di funzionamento: 300Vrms (conforme UL, tipo CM); • Corrente massima consigliata: 2,1A per conduttore a 25°C.
Schermatura	Rivestimento e schermatura intrecciata di rame stagnato < 90%;
Numero di coppie di conduttori e sezione degli stessi	Coppia singola intrecciata, conduttori in rame stagnato da 24AWG a trefoli (7x32);
Resistenza ai raggi UV in caso di posa all'esterno	Rivestimento esterno LSZH, resistente ad acqua, abrasione e raggi UV;

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

Il sensore sarà collegato ad una J-BOX SCADA esterna connessa tramite cavi ethernet ad uno switch interno alla cabina Power Station

Il cavo previsto è il seguente:

Caratteristiche elettriche cavi ethernet	
Tipologia	Cavi comunicazione
categoria	CAT 6a
Tipo di connettore	RJ45
Schermatura	STP (Shielded Twisted Pair)
Numero di coppie di conduttori e sezione degli stessi	almeno 2 x 2 x 0,22 mm ² (2 x 2 x 24 AWG)
Resistenza ai raggi UV in caso di posa all'esterno	Sì

4 CONNESSIONE ALLA RETE

4.1 GENERALITA'

4.2 PROTEZIONE E TARATURA

Il sistema di protezione della Centrale include gli apparati di norma dedicati alla protezione degli impianti e della rete sia per i guasti interni sia per i guasti esterni all'impianto di produzione. La taratura delle protezioni contro i suddetti guasti prevede un coordinamento con le altre protezioni di rete e deve essere tale da garantire il funzionamento dell'impianto nei limiti di funzionamento previsti. L'Utente è tenuto ad impostare le tarature delle protezioni contro i guasti esterni come definite dal Gestore. Per quanto riguarda invece le tarature delle protezioni contro i guasti interni, l'Utente è tenuto a concordarle con il Gestore preliminarmente all'entrata in servizio della Centrale.

La Centrale deve essere in grado di rimanere connessa alla rete in occasione di guasti esterni all'impianto ad eccezione dei casi in cui la selezione del guasto comporti la perdita della connessione (ad esempio per collegamenti in antenna, derivazioni a "T" rigido, ecc.).

4.2.1 Sistema di protezione generale (SPG)

Il sistema di protezione generale, ubicato in MT, è costituito da interruttore trifase (a vuoto/in olio) e relè di massima corrente (50/51/51N).

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

I valori di **tempo di estinzione della sovracorrente** (*estinzione del guasto*) indicati in tabella sono da intendersi come somma del tempo di intervento della protezione, del tempo di apertura dell'interruttore fino alla completa estinzione della corrente

PROTEZIONE di MASSIMA CORRENTE di FASE		
Protezione	Taratura soglia I	Tempo di estinzione della sovracorrente
Massima corrente (51) – prima soglia (I >)	OPZIONALE ^(a)	-
Massima corrente (51) – seconda soglia (I >>)	≤ 250 A;	≤ 0,5 s
Massima corrente (50) – terza soglia (I >>>)	≤ 600 A;	≤ 0,12 s

La scelta del dispositivo di protezione contro i guasti a terra dovrà essere effettuata in relazione al contributo alla corrente di guasto della rete MT d'utenza di proprietà dell'Utente, come di seguito definito:

contributo alla corrente capacitiva di guasto monofase franco a terra della rete MT dell'utente (valori primari)	dispositivo di protezione contro i guasti a terra
Inferiore od uguale a 1,6 A	Massima corrente omopolare (51N)
superiore a 1,6 A	Massima corrente omopolare (51N) e Direzionale per guasto a terra (67N)

Qualora il contributo alla corrente di guasto della rete MT d'utenza di proprietà dell'Utente è inferiore o uguale a 1,6 A:

PROTEZIONE CONTRO I GUASTI A TERRA		
Protezione	Taratura soglia I0	Tempo di estinzione del guasto
Omopolare di corrente (51N.S1)	≤ 2 A ^(b)	≤ 0,45 s
Omopolare di corrente (51N.S2)	≤ 140% I _g ^(c)	≤ 0,17 s ^(d)
In alternativa: Protezione omopolare di corrente (51N)	≤ 2 A ^(b)	≤ 0,17 s

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

Qualora il contributo alla corrente di guasto della rete MT d'utenza di proprietà dell'Utente sia superiore a 1,6 A:

PROTEZIONE CONTRO I GUASTI A TERRA				
Protezione	Taratura soglia			Tempo di estinzione del guasto
	Io	Vo	Settore di intervento	
Direzionale di terra (67N.S1) Regime a N Compensato	$\leq 2 \text{ A}^{(b)}$	$\leq 5V_{(e)}$	$60/250^{\circ (f)}$	$\leq 0,45 \text{ s}$
Direzionale di terra (67N.S2) Regime a N Isolato	$\leq 2 \text{ A}^{(b)}$	$\leq 2V_{(e)}$	$60/120^{\circ (f)}$	$\leq 0,17 \text{ s}$
Omopolare di corrente (51N)	$\leq 140\% I_g^{(c)}$			$\leq 0,17 \text{ s}^{(d)}$

4.2.2 Sistema di protezione di interfaccia

Il sistema di protezione di interfaccia , ubicato in MT alla tensione nominale di 15000V è costituito da interruttore da 630A con relè di protezione tarato secondo norma CEI 0-16.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

Taratura del SISTEMA di PROTEZIONE di INTERFACCIA secondo quanto disposto dalle NORME CEI 0-16:2019 (par. 8.8.7.2)			
Protezione	Soglia di Intervento	Tempo di Intervento (*)	Tempo di Apertura DDI (**)
Massima Tensione (59.S1) Basata sul calcolo del valore efficace secondo l'Allegato S (∞)	1,10 V_n	Vedi paragrafo E.3.2.	Variabile in funzione del valore iniziale e finale, al massimo 603 s
Massima Tensione (59.S2)	1,20 V_n	0,60 s	0,67 s
Minima Tensione (27.S1)	0,85 V_n	1,50 s	1,57 s
Minima Tensione (27.S2) (***)	0,15 V_n	0,20 s	0,27 s
Massima Frequenza (81>.S1) ♦ Soglia Restrittiva	50,2 Hz	0,15 s	0,22 s
Minima Frequenza (81<.S1) ♦ Soglia Restrittiva	49,8 Hz	0,15 s	0,22 s
Massima Frequenza (81>.S2) ♦ Soglia Permissiva	51,5 Hz	1,00 s	1,07 s
Minima Frequenza (81<.S2) ♦ Soglia Permissiva	47,5 Hz	4,00 s	4,07 s
Massima Tensione Omopolare (59.V0)	5% V_n/E_n (oo)	25 s	25,07 s
Massima Tensione Sequenza Inversa (59.Vi)	15% V_n/E_n (o)	Istantanea (*)	Istantanea (*)
Minima Tensione Sequenza Diretta (27.Vd)	70% V_n/E_n (o)	Istantanea (*)	Istantanea (*)
Stato ingresso logico rete di comunicazione	0 (v)		

NOTE:

(*) Il tempo di intervento (tempo intercorrente tra l'istante di inizio della condizione anomala rilevata dalla protezione e l'emissione del comando di scatto) – è ammessa una tolleranza del +/- 3%;

(**) Il tempo di apertura, somma tra il tempo di intervento e di apertura del DDI, quest'ultimo convenzionalmente pari a 70 ms. E' ammessa una tolleranza del + 3% sul totale;

(***) Nel caso di generatori sincroni, il valore può essere innalzato a 0,7 V_n e $t = 0,150$ s;

♦ Per valori di tensione al di sotto di 0,2 V_n , la protezione di massima/minima frequenza si deve inibire (non deve emettere alcun comando);

♣ L'attivazione è istantanea e deve permanere per **30 s** anche al cessare del superamento della soglia.

(o) Regolazione espressa in % della tensione nominale concatenata V_n (se la misura è effettuata in base ai metodi (c) e (d) di cui alle Norme CEI 0-16) o della tensione nominale di fase E_n (se la misura è effettuata in base ai metodi (a) e (b) oppure (a') e (b') di cui al paragrafo 8.8.8.8.1).

(oo) Regolazione espressa in % della tensione omopolare ai capi del triangolo aperto o calcolata all'interno della PI (Tensione residua) che con guasto franco a terra si considera pari a 100 [V] ($V_0=3E_0=\sqrt{3}V_n$). La tensione omopolare V_0 deve essere rilevata sul lato MT dell'impianto.

(V) Tale valore dovrà essere modificato dal momento in cui sarà presente un vettore di comunicazione fornito da **INRETE Distribuzione Energia S.p.A.**

(∞) La funzione di massima tensione 59.S1 deve essere realizzata come protezione basata sul valore efficace di 10 minuti calcolato secondo quanto previsto dalla Norma EN 61000-4-30. Al più tardi ogni 3 s deve essere creato un nuovo valore medio dei 10 minuti precedenti, da paragonare al valore di impostazione per la protezione 59.S1 di cui alla tabella 8 e come dettagliato nell'Allegato S.

4.2.3 Protezioni inverter

Gli inverter che si sono arrestati in seguito all'intervento delle protezioni dovranno riavviarsi automaticamente al ristabilirsi delle condizioni normali di rete.

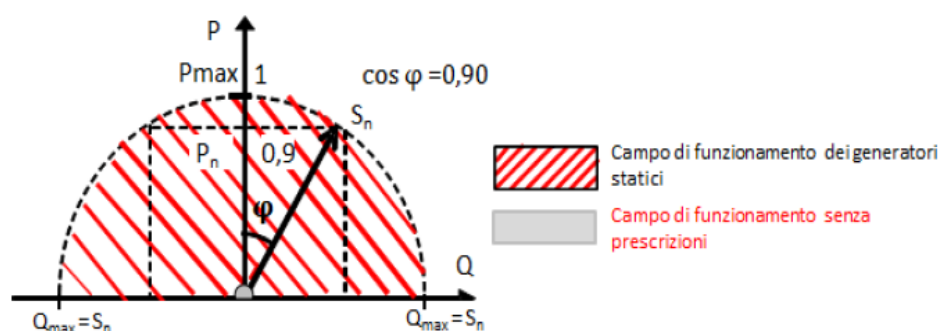
Proponente: Cedro CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto: SYNERGY. YOUR TRANSITION TO THE FUTURE via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione: TELEIOS SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 – Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

PROTEZIONE	CAMPI DI REGOLAZIONE	
	Soglia	Ritardo
Massima tensione a 2 soglie (59)	$1 \div 1,5 V_N$	$0 \div 10 \text{ s}$
Minima tensione (27)	$0,3 \div 1 V_N$	$0 \div 10 \text{ s}$
Massima frequenza a 2 soglie (81>)	$50 \div 53 \text{ Hz}$	$0 \div 10 \text{ s}$
Minima frequenza a 2 soglie (81<)	$45 \div 50 \text{ Hz}$	$0 \div 10 \text{ s}$
Massima tensione omopolare a 2 soglie (59N)	$0,05 \div 1 V_{OMAX}$	$0 \div 10 \text{ s}$

PROTEZIONE	CAMPI DI REGOLAZIONE	
	Soglia	Ritardo
Massima tensione a 2 soglie (59)	$1 \div 1,3 V_N$	$0 \div 10 \text{ s}$
Minima tensione (27)	$0,3 \div 1 V_N$	$0 \div 10 \text{ s}$
Massima frequenza a 2 soglie (81>)	$50 \div 53 \text{ Hz}$	$0 \div 10 \text{ s}$
Minima frequenza a 2 soglie (81<)	$45 \div 50 \text{ Hz}$	$0 \div 10 \text{ s}$

4.2.4 Regolazione della potenza reattiva

Gli inverter devono presentare una capability di tipo “semicircolare” la cui area di lavoro è quella interna al grafico di Figura 75 (CEI 0-16).



Legenda:

- S_n = potenza apparente nominale alla tensione nominale U_n
- P_n = potenza attiva con $\cos \varphi = 0,9$ alla tensione nominale U_n
- P_{max} = potenza attiva massima alla tensione nominale U_n (con $\cos \varphi = 1$)
- Q_{max} = potenza reattiva massima alla tensione nominale U_n (con $\cos \varphi = 0,9$)

Figura 75 – Capability per i generatori statici in impianti di potenza $\geq 400 \text{ kW}$ (caratteristica semicircolare)

Proponente: Cedro CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

4.2.5 Impianto di terra

L'impianto di terra sarà formato indicativamente da:

- Tondino in acciaio zincato- Galvanized Steel Conductor posata in scavo a profondità di almeno 0,5 metri per quanto riguarda le sezioni del campo moduli.
- Conduttore a trefolo in Rame (Cu-eSn) Stranded Conductor posata in scavo di profondità almeno 0,5 metri per quanto riguarda le sezioni inerenti l'impianto di terra dei cabinati (Power Station)
- Conduttore a trefolo in Rame (Cu-eSn) Stranded Conductor posata in scavo di profondità almeno 0,5 metri per quanto riguarda le sezioni inerenti l'impianto di terra dei cabinati (cabinati POD)
- Collegamento equipotenziale con cavo FS17 G/V 450 V tra i collettori delle due cabine
- Dispersore intenzionale a puntazza in acciaio zincato , lunghezza 1,5 m , interrato a 0,5 mt. , per impianto di terra dei cabinati e a corredo del conduttore di terra in corda nuda

Concorrono all'impianto di terra , i seguenti elementi:

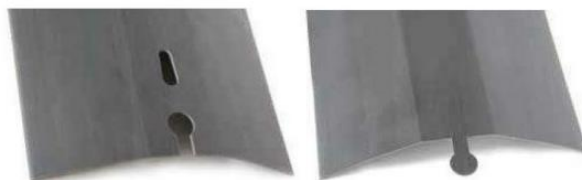
- Collegamenti equipotenziali tra le strutture portamoduli
- Ferri di armatura della fondazione di tutti i cabinati
- Collegamenti equipotenziali con cavo FS17 450 V tra strutture adiacenti
- Collegamenti equipotenziali con tondino in acciaio zincato tra le strutture esterne e il conduttore di terra .
- Collegamenti equipotenziali inverter
- Collettori di terra in cabina (2/3 ogni cabinato)
- Conduttori di protezione nei cabinati

4.2.6 Cavi di potenza MT e BT

La connessione delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico atte alla produzione e conversione dell'energia elettrica avverrà tramite linee in cavo in MT e BT. Tali linee saranno alloggiare rispettivamente in tubazione interrata e direttamente interrate (cavi BT) muniti di protezione meccanica costituita da Tegolo di plastica simile alla figura sottostante.

Descrizione

Copricavo per protezione cavi interrati serie ENEL DS4230, realizzato in PVC di colore grigio cenere. Dotato di sistema di aggancio idoneo a superare le prove delle prescrizioni ENEL 4831. Tale sistema di aggancio è realizzato senza elementi aggiuntivi e permette una deviazione continua dell'asse di posa di almeno 30° mantenendo la sovrapposizione delle estremità dei due elementi contigui.



L'immagine ha il solo scopo illustrativo

Caratteristiche tecniche

Lunghezza	mm	2050 ± 10	-
Larghezza	mm	200 ± 10	-
Massa	kg	1,4 - 1,55	-
Durezza	Shore A	90/98	UNI EN ISO 868
Temperatura di utilizzo	°C	-60 +50	-
Comportamento al fuoco		Autoestinguente	

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

4.3 DATI DI TARGA DEI CAVI DI POTENZA

Sono allegati alla documentazione di progetto i datasheet dei cavi utilizzati. In generale si tratta di cavi dalle seguenti caratteristiche:

Caratteristiche elettriche cavi di stringa	
Tipologia	Cavi di stringa
Modello	H1Z2Z2-K
Conduttore	Electrolytic annealed tinned copper conductor, class 5 according to EN 60228.
Isolante	Halogen free cross-linked rubber insulation. Requirements of insulation of table B.1 in Annex B of EN 50618.
Guaina	Halogen free cross-linked rubber outer sheath. Requirements of sheath of table B.1 in Annex B of EN 50618. Black or red colour.
Tensione nominale	1500Vcc (Certificati 1800 Vcc MAX)
Sezioni	6 mmq

Caratteristiche elettriche cavi inverter (ingresso quadro di parallelo)	
Tipologia	Cavi Energia
Modello	(N)A2XY 1,8_3KV
Conduttore	Alluminio
Isolante	XLPE
Guaina	PVC
Tensione nominale	1,8/3 kV
Sezioni	3x1x300 mmq

Cavi MT	
Tipologia	Cavi di potenza MT
Marca	COM CAVI
Modello	RG7H1R
Conduttore	Rame rosso
Isolante	Gomma HEPR
Schermo	Fili di rame rosso
Guaina	PVC
Tensione nominale	12/20 kV
Sezioni	3x1x50 mmq
	3x1x150 mmq
	3x1x240 mmq

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

5 PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI

5.1 PROTEZIONE DEI MODULI

Se una stringa viene cortocircuitata, in tutto o in parte, a seguito di uno o più guasti (o di ombreggiamenti), le altre stringhe in parallelo originano una corrente che attraversa la stringa in senso inverso a quello ordinario.

I moduli fotovoltaici sono in grado di sopportare, senza danneggiarsi, una corrente inversa compresa in genere tra 2,5 Isc e 3 Isc.

Poiché ogni stringa ha al massimo un'altra in parallelo non è necessaria la protezione dei moduli dalla corrente inversa

5.2 PROTEZIONE DEI CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$\begin{aligned} a) \quad I_b &\leq I_n \leq I_z \\ b) \quad I_f &\leq 1.45 \cdot I_z \end{aligned}$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Nel caso di protezione mediante fusibili la seconda condizione diviene:

$$I_n < 0,9 I_z$$

6 CALCOLO DELLA PORTATA

Il calcolo sarà stato condotto secondo le norme CEI UNEL 35026. Le portate saranno state calcolate con valore di resistività secondo misure effettuate sull'impianto.

7 CALCOLO DELLA CADUTA DI TENSIONE

Le massime cadute di tensione ammissibili durante il normale esercizio dell'impianto non supereranno i valori riportati nella tabella seguente.

Sezione in DC	
dalla Stringa all'inverter (CC)	1,5% al carico nominale ai morsetti di arrivo all'inverter
Sezione BT	

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

Dall'inverter (lato AC) al trasformatore	Se centralizzato, <0,5% al carico nominale ai morsetti di arrivo del trasformatore (lato BT)
Dall'EDG al quadro Generale di BT	1 % al carico nominale dell'arrivo interruttore BT
Dal quadro Generale di BT ad altri sottoquadri	2% al carico nominale dell'arrivo interruttore
Circuiti luce e prese	2 % al quadro di distribuzione
Circuiti luce secondari	3% come valor medio; con un valore massimo del 5% a fine circuito per qualche lampada
Sezione MT	
Dal quadro MT all'uscita del trasformatore MT/BT	1% al carico nominale ai morsetti di arrivo dell'interruttore
Generale	
Complessivo dalla stringa al quadro MT della Cabina	3% al carico nominale ai morsetti di arrivo dell'interruttore

Tabella 7-1 Cadute di tensione ammissibile

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

8 CALCOLO IMPIANTO DI TERRA

Secondo quanto prescritto dalla norma, la resistenza totale di terra non deve superare il valore ricavabile dalla relazione:

$$R_t = U_{Tp} / I_g$$

- R_t = resistenza totale di terra in Ω ;
- U_{Tp} = tensione di contatto ammissibile (in V) in funzione della durata del guasto (tempo di intervento delle protezioni a monte = t_f) ricavabile dalla Tab. C-3 delle norme CEI 99-2;
- $I_g = I_f$ = corrente di guasto monofase a terra in A.

Il calcolo della sezione dei conduttori e dei dispersori secondo la CEI 99-3 (CEI EN 50522) si effettua tramite la formula

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t_f}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

Dove:

- A è la sezione in mm^2
- I è la corrente del conduttore in ampere (valore efficace)
- t_f è la durata della corrente di guasto in secondi
- K è una costante che dipende dal materiale del componente percorso dalla corrente; la Tabella D.1 indica i valori per i materiali più comuni assumendo una temperatura iniziale di 20 °C.
- β è il reciproco del coefficiente di temperatura della resistenza del componente percorso dalla corrente a 0 °C (vedi Tabella D.1).
- Θ_i è la temperatura iniziale in gradi Celsius. I valori possono essere rilevati dalla IEC 60287-3-1. Se nelle tabelle nazionali non fosse indicato alcun valore, si dovrebbe adottare, come temperatura del terreno alla profondità di 1 m, quello di 20 °C..
- Θ_f è la temperatura finale in gradi Celsius

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

Tabella D.1 — Costanti dei materiali

Materiali	β in °C	K in $A \cdot \sqrt{s} / mm^2$
Rame	234,5	226
Alluminio ^{a)}	228	148
Acciaio	202	78
Acciaio inossidabile - tipo 1.4404 ^{b)}	160	39
^{a)} L'alluminio non è adatto ai dispersori. ^{b)} Acciaio inossidabile conforme alla EN IEC 62561-2.		

Per il dimensionamento del dispersore la norma indica di utilizzare il valore di corrente di doppio guasto monofase a terra , pari all'85% del valore di corto circuito trifase.

Come la norma suggerisce, la corrente di guasto è spesso ripartita nel sistema di dispersori , tra cui quelli di fatto; è quindi possibile dimensionare ciascun elettrodo solo per una frazione della corrente di guasto.

Nel nostro caso , usiamo un coefficiente pari al 80%.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

9 RIFERIMENTI NORMATIVI

9.1 NORME DI RIFERIMENTO PER LA BASSA TENSIONE:

- CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI 11-25 2001 IIa Ed. (EC 909): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35023 2009: Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4- Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

9.2 NORME DI RIFERIMENTO PER LA MEDIA TENSIONE

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-1 IXa Ed. 1999: Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.

Proponente:  CEDRO S.R.L. Via Caravaggio, 125 65125 Pescara (PE)	Coordinatore del progetto:  via Clodoveo Bonazzi, 2 40013 Castel Maggiore (BO)	Progettazione:  SOCIETA' DI INGEGNERIA Via S. Quasimodo, 44 40013 - Castel Maggiore (BO)
Relazione di calcolo preliminare impianti		

- CEI 11-35 IIa Ed. 2004: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente
- CEI 17-1 VIa Ed. 2005: Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
- 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52 kV

9.3 NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROTEZIONE FULMINI

- 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52 kV
- 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52 kV
- 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52 kV
- 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52 kV
- 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52 kV
- 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.