



PROVINCIA DI AGRIGENTO
COMUNE DI NARO



SMARTENERGYIT2109 S.R.L.

COMUNE DI NARO (AG)
Località Testasecca



REGIONE SICILIA

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac)
DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo**

PROGETTO DEFINITIVO

PROCEDURA DI AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE di cui all'art. 12 del D.lgs 387/2003 - Linee Guida Decr. MISE 10/09/2010

PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PRESSO IL MiTE

ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 ricompreso nell'art. 31, comma 6 del D.Lgs. 77/21.

ELABORATO:		CODICE IDENTIFICATIVO	REV
Relazione tecnica e calcolo preliminare impianti		PD-A.9	0
Scala		Denominazione elaborato	
-			

PROGETTAZIONE DELLE OPERE

Progettista incaricato SUNNERG Development s.r.l. Ing. Massimiliano Ceccoli Amministratore Unico Via San Pietro all'Orto, 10 - 20121 (MI) P.IVA 11085630967 PEC sunnergdevelopment@legalmail.it	Consulenza Geologica GEOINGEGNERIA S.E.T. srls Via Marconi n.127 91014 Castellammare del Golfo (TP) P.IVA 02806000812 Dott. Geol. Antonino Cacioppo
---	--

Progettazione civile ed inserimento ambientale Ing Vincenzo Agosta 	Consulenza Agronomo Dott. Agr. Vito Mazzara 	Consulenza Progettazione elettrica A176 LAB Think different project A176LAB srl Via Dante Alighieri n.97 91011 Alcamo (TP) P.IVA 02812750814 Ing. Giovanni Gabellone
--	---	---

COMMITTENTE:

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L. Piazza Cavour, 1 - 20129 Milano P.IVA: 11813950968; REA: MI - 2626137 PEC: smartenergyit2109srl@legalmail.it	Firma/timbro committente
---	--------------------------

Nome file/doc						COD. DOCUMENTO
00	30/11/2022	PRIMA EMISSIONE	T,DARA	G,GABELLONE	V.AGOSTA	
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO	FOGLIO 1 di 1

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	2

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE.....	5
2.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI.....	5
2.2. DATI GENERALI IMPIANTO.....	9
2.3. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	12
3. DATI DI PROGETTO	14
3.1. MODULO 1 - DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE.....	14
3.2. MODULO 2 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA SUPERFICIE DI POSA	15
3.3. MODULO 3 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE.....	15
3.4. MODULO 4 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO.....	17
3.5. MODULO 5 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO	18
3.6. MODULO 6 – DATI AMBIENTALI DEL SITO, DATI DI RILIEVO CLINOMETRICO E DIAGRAMMA DELLE OMBRE	18
3.7. MODULO 7 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO	22
4. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	25
5. CALCOLO IMPIANTI MT	26
5.1. NORMATIVE E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	26
5.2. DATI PRINCIPALI.....	26
5.3. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	29
5.4. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE.....	29
5.5. CALCOLO DELLE PORTATE.....	29
5.5.1. <i>Dati tecnici del cavo utilizzato</i>	30
5.5.2. <i>Temperatura del terreno</i>	31
5.5.3. <i>Numero di terne per scavo</i>	31
5.5.4. <i>Profondità di posa</i>	31
5.5.5. <i>Resistività termica del terreno</i>	32
5.5.6. <i>Tabulati di calcolo</i>	32
6. CALCOLO IMPIANTI BT	34
6.1. TIPOLOGIA DI IMPIANTO	34
6.2. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI.....	36
6.3. ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE	36
6.4. PROTEZIONE CON INVOLUCRI E BARRIERE	36
6.5. CRITERIO DI STIMA DELL’ENERGIA PRODOTTA	37
6.6. CRITERIO DI VERIFICA ELETTRICA.....	38
6.7. CONFIGURAZIONE IMPIANTO	39
6.7.1. <i>Moduli fotovoltaici</i>	41
6.7.2. <i>Inverter</i>	44
6.7.3. <i>Power Station PS</i>	46
6.7.4. <i>Quadro di parallelo BT</i>	47
6.7.5. <i>Trasformatore BT/MT</i>	47
6.7.6. <i>Interruttori di media tensione</i>	48
6.7.7. <i>Quadri servizi ausiliari</i>	48
6.7.8. <i>Trasformatore BT/BT</i>	49
6.7.9. <i>UPS per servizi ausiliari</i>	49
6.7.10. <i>Sistema centralizzato di comunicazione</i>	49
6.8. VERIFICHE ELETTRICHE	50
6.8.1. <i>Campo PS1</i>	51
6.8.2. <i>Campo PS2</i>	54
6.8.3. <i>Campo PS3</i>	57

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	3

6.8.4.	<i>Campo PS4</i>	60
7.	DATASHEET	63
7.1.	MODULI FOTOVOLTAICI	63
7.2.	INVERTER	70
7.3.	CAVI MT	73
7.4.	CAVI BT	76
7.5.	CAVI CC	79

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	4

1. PREMESSA

Nell'ambito del proprio piano di sviluppo industriale, la società SMARTENERGYIT2109 S.R.L ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo fotovoltaico, su un sito ricadente nel territorio del Comune di Naro, in provincia di Agrigento.

L'impianto fotovoltaico e le opere di rete connesse, nel loro complesso, sono ubicati per intero all'interno dei territori dei Comuni di Naro (AG) e di Canicatti (AG).

La presente relazione ha per scopo quello di illustrare il dimensionamento degli impianti elettrici relativi all'impianto fotovoltaico e alla connessione dello stesso alla rete elettrica di distribuzione in media tensione, nonché quello di individuare in modo univoco i materiali di cui si farà uso e le specifiche lavorazioni previste, conformemente alle direttive e alla normativa vigente.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	5

2. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE

2.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Il nuovo impianto fotovoltaico in oggetto insisterà su un lotto di terreni siti nel territorio del Comune di Naro, dell'estensione complessiva di 23,8 ettari (superficie catastale particelle interessate), di cui circa 19,1 interessati dall'impianto (area perimetrata dell'impianto). Anche le realizzande opere di connessione alla rete elettrica del distributore ricadono in parte nel territorio dello stesso Comune di Naro ed in parte nel territorio del Comune di Canicattì. Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto sono individuate all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 267_II_SO-Racalmuto, 267_II_SE-Canicattì, 271_I_NO-Naro, 271_I_NE-Campobello di Licata.
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, 637070, 637080.
- Fogli di mappa catastale del Comune di Naro
 - o Foglio n° 150, p.lle 8, 16, 18, 20, 28, 29, 57 ;
 - o Foglio n° 151, p.la 11;

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 del sito dell'impianto fotovoltaico e della Cabina elettrica di consegna:

COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84			
DESCRIZIONE	E	N	H
Area Nord	404000	4131750	H=325 m
Area Sud	404150	4131500	H=320 m
Nuova Cabina elettrica consegna (Naro)	404165	4131630	H=320 m
Nuova Cabina elettrica di smistamento (Naro)	400190	4132190	H=405 m
Cabina Primaria esistente (Canicattì 2)	397130	4130850	H=445 m

Tabella 1 - Coordinate assolute del parco FV e del punto di consegna

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	6

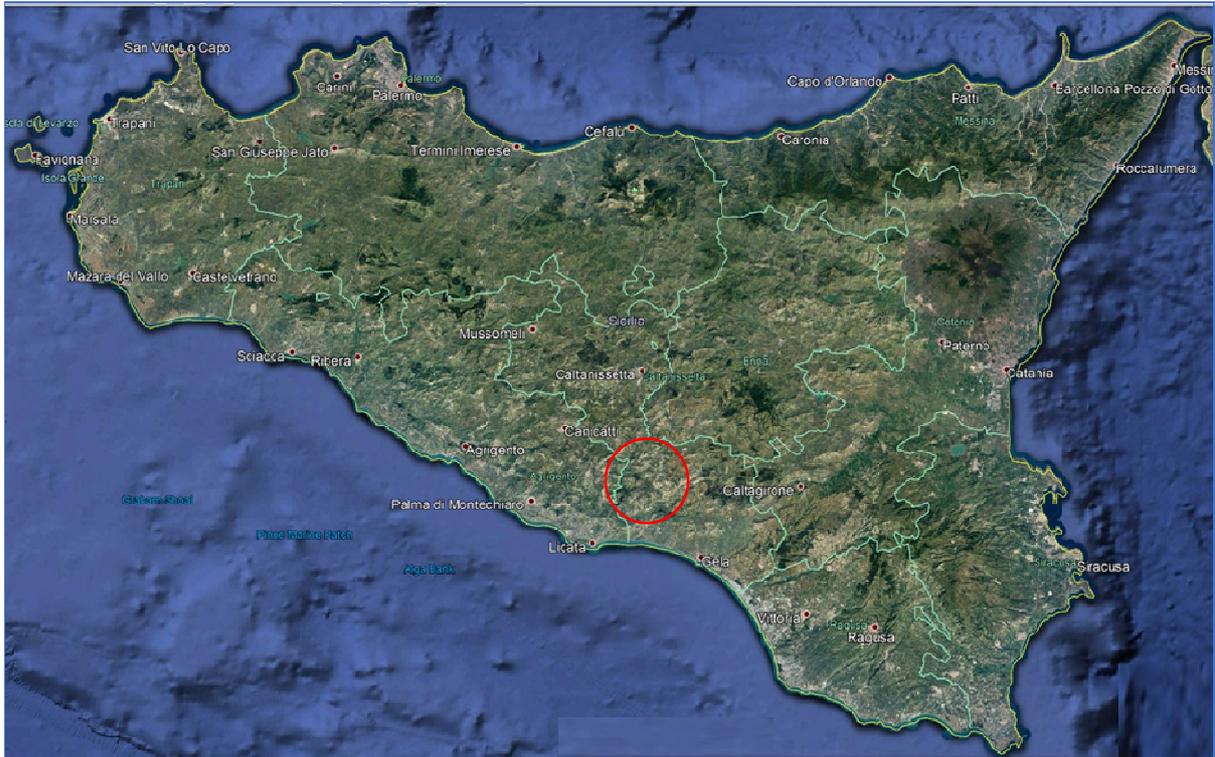


Figura 1 - Ubicazione area di impianto da satellite

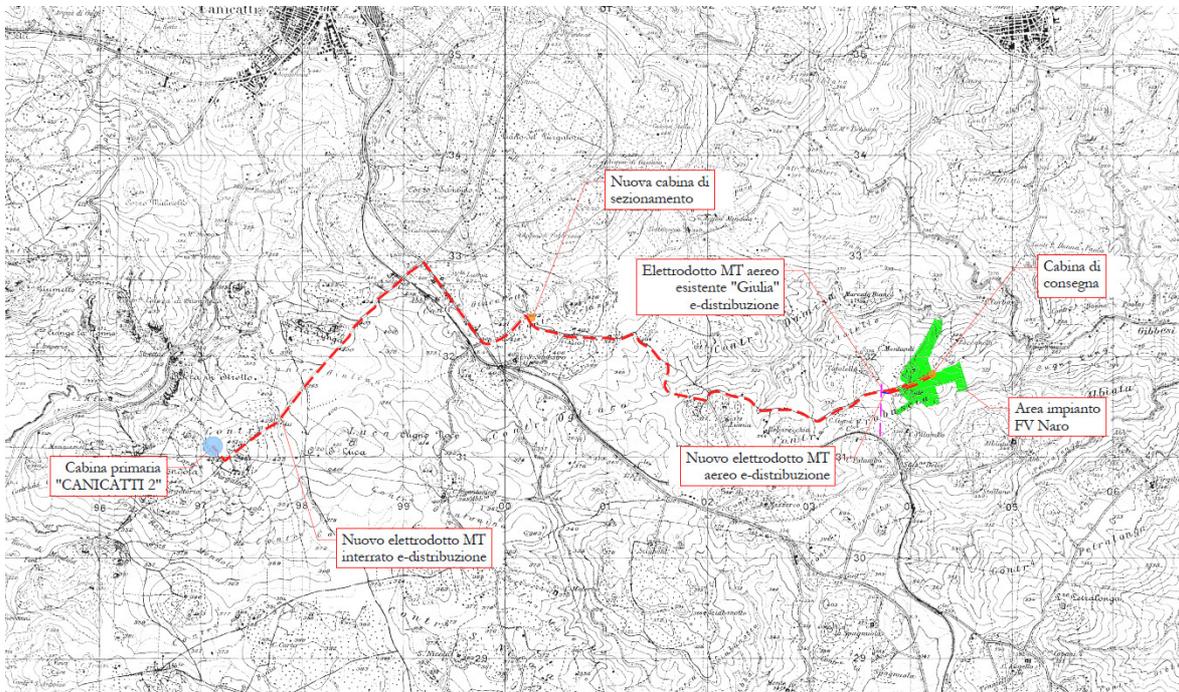


Figura 2 - Inquadramento impianto fotovoltaico su IGM 1:25.000



SMARTENERGYIT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro
(AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione
pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo

CODICE DOCUMENTO

PD-A.9

TITOLO ELABORATO

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli
impianti

PAGINA

7

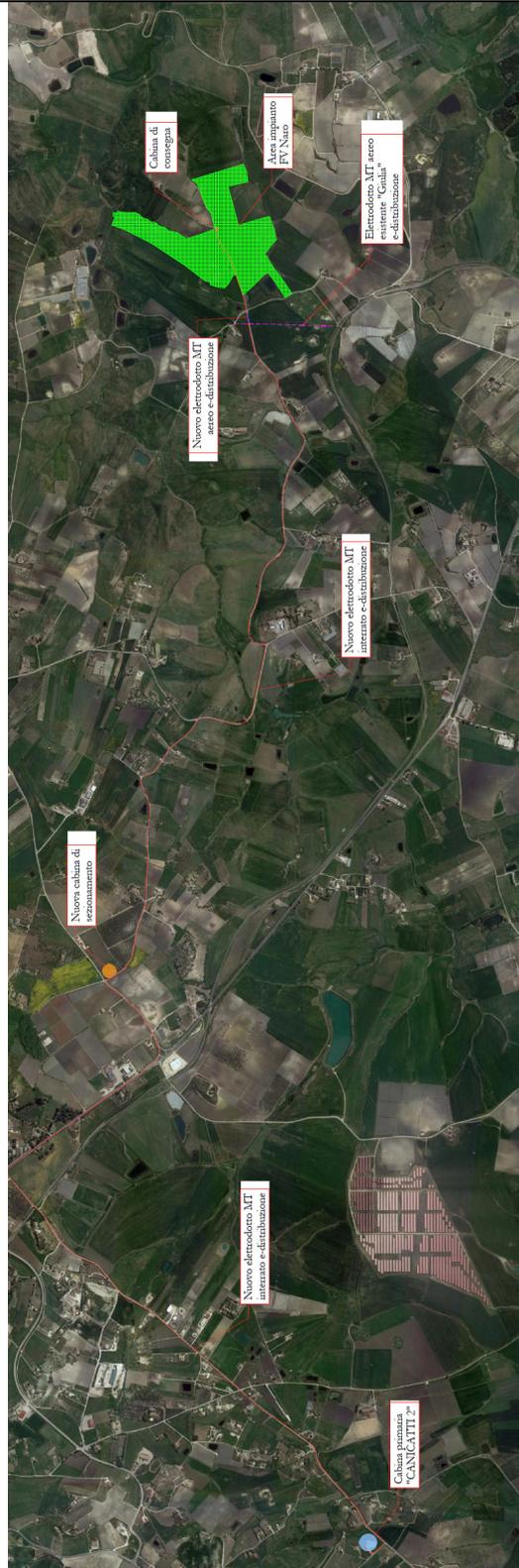


Figura 3 - Inquadramento Impianto FV su ortofoto

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	8

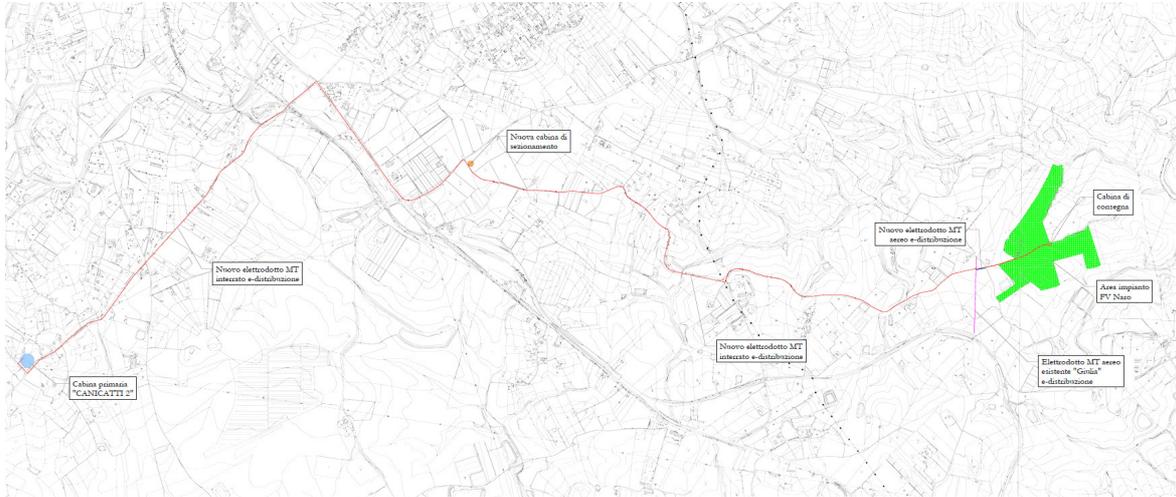


Figura 4 - Inquadramento Impianto FV su CTR – scala 1:10.000

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	9

2.2. DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto nel suo complesso è costituito delle seguenti componenti:

- n. 20.488 moduli fotovoltaici di potenza pari a 570 Wp cadauno, per una potenza complessiva pari a 11,678 MWp, che saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo ad inseguimento monoassiale (trackers) ancorate al terreno attraverso pali infissi;
- n. 58 inverter di stringa, ubicati all'interno dei campi fotovoltaici, nei pressi delle strutture di sostegno moduli, la cui funzione è quella di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata e vettorialarla verso i quadri di parallelo di campo;
- n. 4 Power Station (PS). Le Power Station o cabine di campo hanno la duplice funzione di raccogliere l'energia elettrica proveniente dagli inverter di stringa attraverso quadri di parallelo, ed elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra loro in entra-esce, su due distinti rami in configurazione radiale dalla cabina principale di impianto denominata Cabina Utente. Ciascuno dei due rami trasporterà una potenza pari a 5,37 MW, convergeranno su un quadro MT a 20 kV presso la cabina di distribuzione Utente. Alle Power Station saranno convogliati i cavi provenienti dagli inverter di stringa, a ciascuno dei quali corrisponde uno string box, che raccoglie i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- una cabina utente, per la connessione e la distribuzione, presso la quale saranno presenti i quadri di media tensione per la protezione generale, la protezione di interfaccia e nella quale verranno convogliate le linee MT relative ai rami A e B che collegano le Power Station alla cabina utente mediante una distribuzione di tipo radiale, nonché servizi ausiliari di cabina e relativo collegamento con il punto di consegna, presso la limitrofa cabina di consegna del distributore;
- una linea interrata in media tensione 20kV di collegamento fra la cabina utente e la cabina di consegna, ubicata a confine nord del lotto sud di proprietà, giacente nei pressi di una viabilità esistente pubblica, alla quale si accede dalla SS123;
- una cabina di consegna DG 2061 ed.9/7, conforme agli standard del distributore (E-distribuzione), che consentirà il parallelo dell'impianto fotovoltaico con la rete del distributore in media tensione 20 kV; presso tale cabina verranno installate le apparecchiature elettromeccaniche necessarie all'inserimento della nuova cabina di consegna nella rete del distributore, con collegamento in entra-esce tra la nuova cabina di sezionamento e la Linea aerea denominata "Giulia";

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	10

- una linea interrata in media tensione 20 kV del distributore di rete, per il collegamento fra la cabina di consegna realizzanda e la nuova cabina di sezionamento, giacente lungo la viabilità pubblica esistente;
- una linea MT 20kV di tipo Misto in derivazione dalla cabina di consegna con tratta interrata di circa 200, alla fine della quale si ergerà un nuovo sostegno per linea aerea con inserzione sulla esistente linea aerea MT denominata “Giulia”, il tratto aereo prevede l’installazione di n. 2 Sostegni di linea, tratta di cavo MT aereo di circa 70mt e relative opere accessorie ;
- una cabina di Sezionamento DG 2061 ed.9/4, conforme agli standard del distributore (E-distribuzione), che consentirà il sezionamento dell’impianto fotovoltaico con la rete del distributore in media tensione 20 kV; presso tale cabina verranno installate le apparecchiature elettromeccaniche necessarie all’inserimento della nuova cabina di sezionamento nella rete del distributore, con collegamento verso la cabina primaria “CP Canicatti 2”;
- una linea interrata in media tensione 20 kV del distributore di rete, per il collegamento fra la nuova cabina di sezionamento e la cabina primaria AT/MT Canicatti 2 giacente lungo la viabilità pubblica esistente e la viabilità di accesso al parco fotovoltaico.

L’impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall’impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

Come anticipato in premessa, ai fini della connessione alla rete di distribuzione dell’impianto fotovoltaico in progetto, la società promotrice ha richiesto e ottenuto dal distributore apposito preventivo di connessione identificato con codice di rintracciabilità **320211189**, condizionato all’autorizzazione, contestualmente alle opere di cui al presente progetto, delle opere necessarie per la connessione alla rete, sopra rappresentate.

Tali opere di rete, rientrando negli interventi di adeguamento e/o sviluppo della rete di distribuzione e/o della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), risultano essere **Opere di Pubblica Utilità.**

Tali opere connesse, come indicato ai sensi dall’art. 1 octies della L. n.129/2010, costituiscono un unicum dal punto di vista funzionale con il progetto dell’impianto fotovoltaico in esame, e pertanto dovranno essere autorizzate in uno con lo stesso impianto fotovoltaico, ai sensi del D.Lgs. 387/03, art. 12 commi 3 e 4bis.

L’impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione, trackers ad inseguimento monoassiale). Inoltre, in

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	11

mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza potranno essere alimentati da un generatore temporaneo diesel di emergenza e/o da un sistema di accumulo ad esso connesso (attualmente non in progetto, sola previsione futura).

Di seguito si riporta la descrizione sintetica dei principali componenti d'impianto; per maggiori informazioni di dettaglio si rimanda ai relativi elaborati specialistici.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	12

2.3. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica; esso sarà collegato alla rete elettrica di distribuzione in media tensione 20 kV. L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter di stringa, le quali vengono convogliate verso appositi quadri di parallelo nei locali di cabina, dove avverrà la trasformazione BT/MT.

La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascun campo verrà, quindi, vettoriata verso la cabina Utente, dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione in media tensione, presso la nuova cabina di consegna E-distribuzione, collegata in antenna alla Cabina Primara AT/MT "Canicattì 2".

Il generatore fotovoltaico è costituito da n.4 campi, di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Sottocampo	Potenza (kW)
PS1	2.830,62
PS2	3.097,38
PS3	2.949,18
PS4	2.800,98
Totale	11.678,16 kW

Tabella 2 - Suddivisione in sottocampi

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale per i sottocampi PS1-PS2-PS3-PS4 fondate su pali infissi nel terreno.

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza e una vita utile di gran lunga superiore ai 20 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione.

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale complessiva pari a **11.678,16 kW_p**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Il generatore è composto complessivamente da 20.488 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, collegati in serie da 26 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da appositi, in numero totale di 58.

Gli inverter convogliano la potenza verso quattro distinte Power Station, consistenti in shelter metallici prefabbricati al cui interno sono ubicati i quadri di parallelo BT, il trasformatore

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	13

MT/BT e i quadri di protezione e sezionamento MT.

L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 4 campi di potenza variabile; ciascun campo a sua volta è suddiviso in un numero di sottocampi variabili da 14 a 15.

Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi di 12/15 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 58), dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

Da tali string box si dipartono le linee di collegamento verso gli inverter, posti in adiacenza agli string box presso i sottocampi, e da questi verso le Power Station.

Viene così definita la potenza in corrente alternata dell'impianto, che risulta essere pari a 10.730 kW ac, in uscita dagli inverter.

La potenza in immissione dell'impianto risulta invece essere pari a 9.500 kW. Tale potenza corrisponde alla massima potenza istantanea iniettata dall'impianto nella rete di distribuzione in media tensione del distributore presso la cabina di consegna, e, pertanto, definisce i termini contrattuali dell'immissione con il gestore ai fini del regolamento di esercizio.

Coerentemente con la distribuzione dei campi e dei sottocampi, sono state individuate differenti configurazioni per gli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	14

3. DATI DI PROGETTO

I dati riportati nel seguito risultano strutturati e suddivisi secondo quanto riportato nella Guida CEI 0-2.

3.1. MODULO 1 - DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
1.1	Committente	SMARTENERGYIT2109 S.R.L. Piazza Cavour, 1 – 20129 Milano P.IVA: 11813950968; REA: MI – 2626137 PEC: smartenergyit2109srl@legalmail.it	
1.2	Contatto	-	
1.3	Estremi del progettista	Progetto definitivo Sunnerg Development s.r.l.	
1.4	Ubicazione	Comuni di Naro e di Canicattì (AG)	
1.5	Scopo del lavoro	Realizzazione di un parco fotovoltaico su strutture ad inseguimento monoassiale della potenza complessiva di 11,678 MW, collegato alle rete elettrica di distribuzione 20 kV, con nuova cabina di consegna E-distribuzione, collegata in antenna alla Cabina Primaria AT/MT “Canicattì 2”.	
1.6	Vincoli progettuali da rispettare	Impianto ricadente in Area agricola. Vedasi relazione generale del progetto definitivo Vedasi Studio Impatto Ambientale e Studio Paesaggistico	
1.7	Informazioni di carattere generale	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell’impianto e di facile accesso. Presenza di ampie aree libere per lo stoccaggio dei materiali da costruzione.	

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	15

3.2. MODULO 2 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA SUPERFICIE DI POSA

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
2.1	Destinazione d'uso	Area agricola	
2.2	Superfici disponibili	Area complessiva lorda 23,8 ha (superficie catastale) Area impianto: 19,1 ha (area perimetrata impianto) Cabina di consegna: all'interno dell'area di impianto	
2.3	Descrizione area	<input type="checkbox"/> Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. <input type="checkbox"/> Presenza di ampie aree libere per lo stoccaggio dei materiali da costruzione.	

3.3. MODULO 3 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>																		
3.1	Latitudine, longitudine	COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84 <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIZIONE</th> <th>E</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Area Nord</td> <td>404000</td> <td>4131750</td> </tr> <tr> <td>Area Sud</td> <td>404150</td> <td>4131500</td> </tr> <tr> <td>Nuova Cabina elettrica consegna (Naro)</td> <td>404165</td> <td>4131630</td> </tr> <tr> <td>Nuova Cabina elettrica di smistamento (Naro)</td> <td>400190</td> <td>4132190</td> </tr> <tr> <td>Cabina Primaria esistente (Canicatti 2)</td> <td>397130</td> <td>4130850</td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIZIONE	E	N	Area Nord	404000	4131750	Area Sud	404150	4131500	Nuova Cabina elettrica consegna (Naro)	404165	4131630	Nuova Cabina elettrica di smistamento (Naro)	400190	4132190	Cabina Primaria esistente (Canicatti 2)	397130	4130850	
DESCRIZIONE	E	N																			
Area Nord	404000	4131750																			
Area Sud	404150	4131500																			
Nuova Cabina elettrica consegna (Naro)	404165	4131630																			
Nuova Cabina elettrica di smistamento (Naro)	400190	4132190																			
Cabina Primaria esistente (Canicatti 2)	397130	4130850																			

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	16

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>												
3.2	Altitudine	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIZIONE</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Area Nord</td> <td>H=325 m</td> </tr> <tr> <td>Area Sud</td> <td>H=320 m</td> </tr> <tr> <td>Nuova Cabina elettrica consegna (Naro)</td> <td>H=320 m</td> </tr> <tr> <td>Nuova Cabina elettrica di smistamento (Naro)</td> <td>H=405 m</td> </tr> <tr> <td>Cabina Primaria esistente (Canicatti 2)</td> <td>H=445 m</td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIZIONE	H	Area Nord	H=325 m	Area Sud	H=320 m	Nuova Cabina elettrica consegna (Naro)	H=320 m	Nuova Cabina elettrica di smistamento (Naro)	H=405 m	Cabina Primaria esistente (Canicatti 2)	H=445 m	
DESCRIZIONE	H														
Area Nord	H=325 m														
Area Sud	H=320 m														
Nuova Cabina elettrica consegna (Naro)	H=320 m														
Nuova Cabina elettrica di smistamento (Naro)	H=405 m														
Cabina Primaria esistente (Canicatti 2)	H=445 m														
3.3	Radiazione solare	<i>Vedi tabella modulo 7</i>													
3.4	Temperatura: <input type="checkbox"/> min/max all'aperto <input type="checkbox"/> media del giorno più caldo <input type="checkbox"/> media delle massime mensili <input type="checkbox"/> media annuale	<i>Vedi tabella modulo 7</i>													
3.5	Formazione di foschie/nebbie	Possibile													
3.4	Presenza di corpi solidi estranei: Presenza di polvere/sabbia:	SI SI	Prevedere un corretto grado di protezione (IP)												
3.4	Presenza di liquidi: Tipo di liquido <input type="checkbox"/> Possibilità di stillicidio <input type="checkbox"/> Esposizione alla pioggia <input type="checkbox"/> Esposizione agli spruzzi <input type="checkbox"/> Possibilità di getti d'acqua <input type="checkbox"/> Nebbia salina	Acqua - SI - - SI	Prevedere il posizionamento delle apparecchiature elettriche in cabina protetta												
3.5	Condizioni del terreno: Carico specifico ammesso (N/m ²) <input type="checkbox"/> Livello della falda freatica (m) <input type="checkbox"/> Profondità della linea di gelo <input type="checkbox"/> Resistività elettrica (□ m) <input type="checkbox"/> Resistività termica del terreno	Vedi Relazione geologica													

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	17

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
3.6	Ventilazione dei locali: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Naturale ▪ Forzata ▪ Naturale assistita da ventilazione forzata ▪ Numero di ricambi 	Locale quadri elettrici SI SI (locale trafo) SI (locale trafo) Come da specifiche produttore	
3.7	Dati di ventosità (UNI 10349): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Direzione prevalente: ▪ Media annuale: ▪ Massima velocità di progetto ▪ Pressione del vento 	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.8	Carico di neve	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.9	Effetti sismici	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.10	Livelli massimi di rumore	n.a.	
3.11	Condizioni ambientali speciali	Riferimento a specifiche progettuali	

3.4. MODULO 4 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
4.1	Tipo di intervento richiesto <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nuovo impianto ▪ Trasformazione ▪ Ampliamento 	SI NO NO	
4.2	Dati del collegamento elettrico <ol style="list-style-type: none"> 1. Gestore rete 2. Numero Cliente 3. Descrizione della rete di collegamento 4. Punto di consegna 5. Tensione nominale (U_n) 6. Potenza disponibile continua 7. Potenza disponibile di punta 	<input type="checkbox"/> E-distribuzione <input type="checkbox"/> --- <input type="checkbox"/> Rete di distribuzione . <input type="checkbox"/> consegna MT <input type="checkbox"/> 20 kV trifase <input type="checkbox"/> 11,678 MW <input type="checkbox"/> 11,678 MW	
4.3	Misura dell'energia	Contatori da installare nel quadro generale d'impianto con piombatura per la misura fiscale (UTF) presso la cabina di consegna	

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	18

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
4.4	Consumi elettrici	Per servizi ausiliari <ul style="list-style-type: none"> - Ausiliari cabine - Illuminazione esterna - Sistemi di sicurezza e allarme - Alimentazione trackers monoassiali 	

3.5. MODULO 5 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
5.1	Caratteristiche di installazione	Strutture di sostegno moduli di due tipologie: <ul style="list-style-type: none"> - del tipo ad inseguimento monoassiale, in acciaio zincato a caldo, su pali infissi e/o pali trivellati, per i sottocampi PS1-PS2-PS3-PS4 	
5.2	Posizione convertitori statici	In esterno, sulle strutture di fissaggio moduli, con grado di protezione IP65	
5.3	Posizione quadri elettrici	String box: presenti in esterno IP65 fissati alle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici. Quadri di parallelo: all’interno della cabina di trasformazione (shelter metallico) Quadri bt: all’interno della cabina di trasformazione (shelter metallico)	
5.4	Illuminazione artificiale	Aree esterne: prevista con pali nei pressi delle PS Prevista lungo il perimetro di impianto Locali quadri: illuminazione con plafone interne. Si confermano i requisiti minimi per l’illuminazione artificiale previsti nella normativa di riferimento	

3.6. MODULO 6 – DATI AMBIENTALI DEL SITO, DATI DI RILIEVO CLINOMETRICO E DIAGRAMMA DELLE OMBRE

Ai fini del calcolo della radiazione solare media annua su base giornaliera, si è fatto uso del database internazionale MeteoNorm, che rende disponibili i dati meteorologici per le località interessate dal progetto nel comune di Naro (AG): l’attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l’elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	19

In particolare sono stati utilizzati i dati del database MeteoNorm 7.2, aggiornati alla data di stesura del progetto definitivo.

Nelle immagini che seguono si riportano i dati meteorologici assunti per la presente relazione.

**Nuova variante di simulazione
Meteo e energia incidente**

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	WindVel	GlobInc	DifSInc	Alb_Inc
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	m/s	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Gennaio	62.4	30.92	10.18	3.4	79.5	22.12	1.135
Febbraio	80.0	40.35	10.06	3.7	100.8	27.67	1.418
Marzo	127.0	59.55	12.18	3.8	162.6	37.40	2.181
Aprile	165.0	66.71	14.70	3.9	211.6	38.06	2.719
Maggio	201.0	75.69	18.35	3.9	256.5	41.46	3.255
Giugno	206.0	76.99	22.13	3.6	261.7	40.38	3.233
Luglio	220.4	75.19	25.49	3.6	282.7	38.59	3.499
Agosto	198.1	73.54	26.13	3.4	255.8	38.30	3.253
Settembre	150.5	55.67	22.73	3.5	194.5	34.04	2.465
Ottobre	110.1	47.56	19.66	3.1	141.0	31.01	1.899
Novembre	70.6	32.01	15.24	3.3	90.8	22.80	1.235
Dicembre	59.5	26.80	11.66	3.4	78.4	19.37	1.114
Anno	1650.5	660.98	17.42	3.5	2116.0	391.19	27.405

Figura 5 - Dati meteorologici (fonte Meteonorm 7.2 agg. Ottobre 2022)

Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

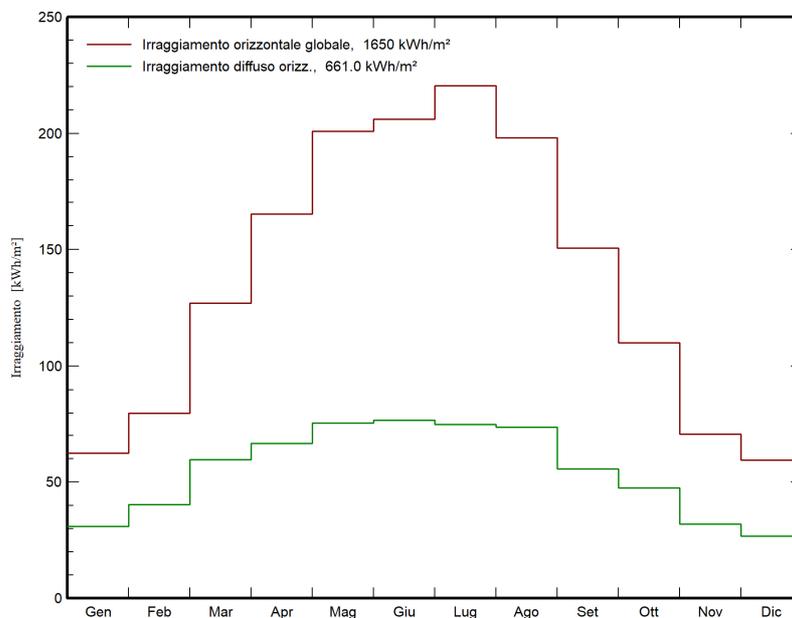


Figura 6 - Radiazione globale e diffusa incidente sul piano orizzontale

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	20

Distribuzione irraggiamento incidente

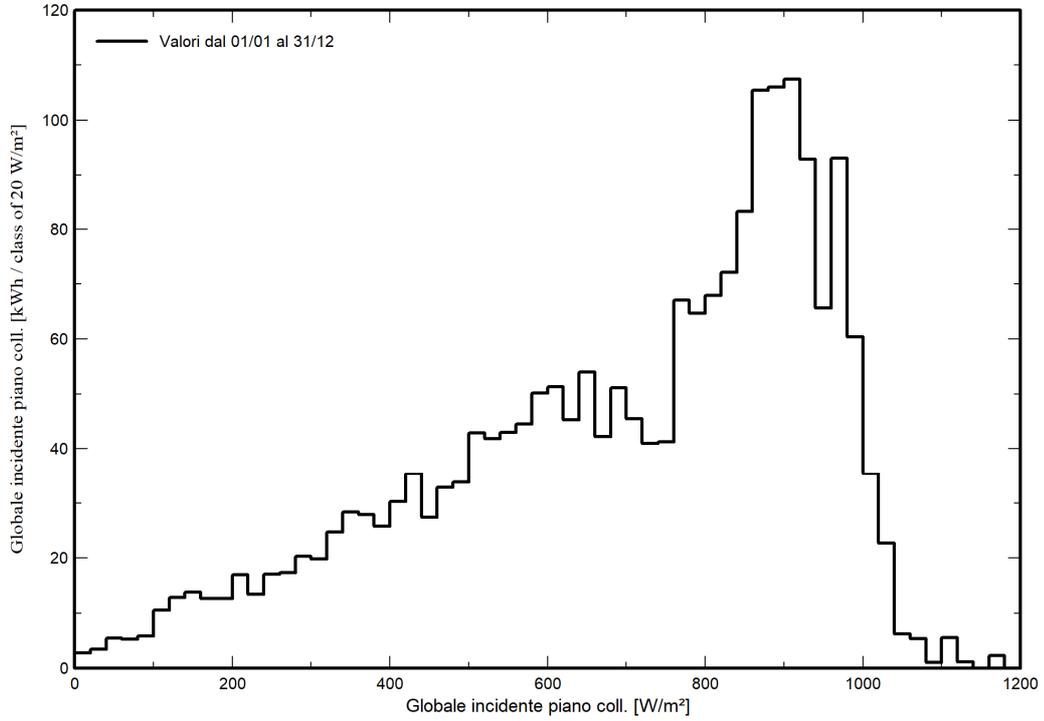


Figura 7 - Radiazione globale incidente sul piano dei collettori (trackers monoassiali)

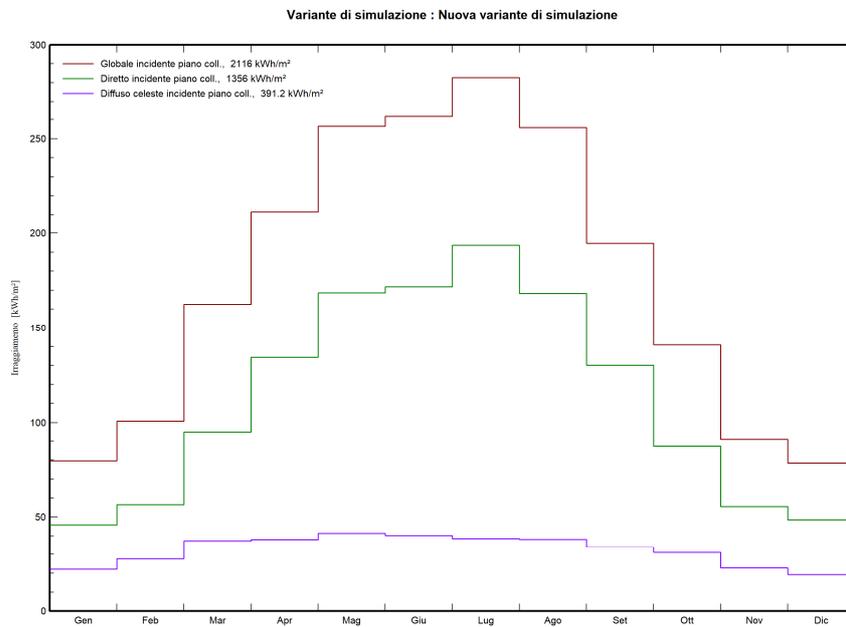


Figura 8 - Radiazione globale e diffusa incidente sul piano dei collettori (trackers monoassiali)

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	21

Il grafico che segue mostra le altezze massime e minime del sole nell'arco dell'anno, e il diagramma delle ombre dovuto al paesaggio circostante. Si tratta di un diagramma orientativo, che tiene conto della posizione del sito e delle interferenze con l'ambiente circostante. Sulla base dei modelli DTM tridimensionali del terreno, è stato elaborato il profilo del terreno per la determinazione delle ombre lontane, che di seguito si riporta.

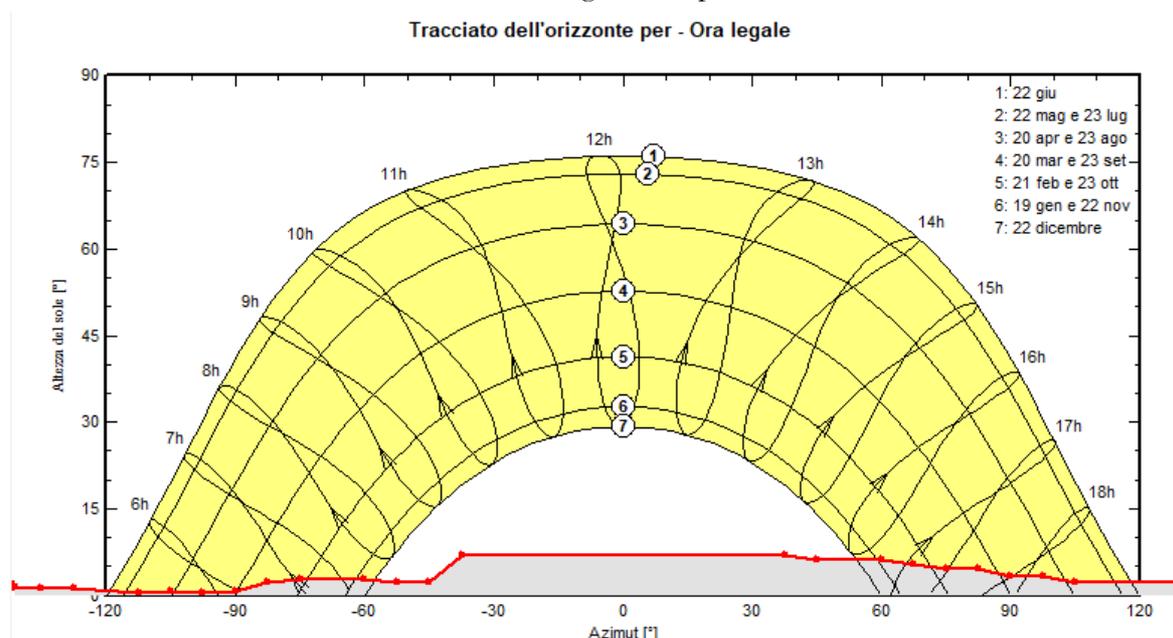


Figura 9 - Diagramma clinometrico

A seguito dei rilievi effettuati in sede di sopralluogo, è stato accertato che non esistono ostacoli significativi tali da presentare ombreggiamenti locali sulla superficie dell'impianto fotovoltaico.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	22

3.7. MODULO 7 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

DPR	547/55	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
Legge	46/90	Norme per la sicurezza degli impianti
DPR	447/91	Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti
D.Lgs	163/06	Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE
D.Lgs	626/94	Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
D.Lgs	494/96	Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili
D.Lgs	31/08	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
D.Lgs	81/08	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
D.Lgs	106/09	"Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
D.M.	14/01/08	Norme tecniche per le costruzioni
D.M.	28/07/05	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
D.M.	06/02/06	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
D.M.	23/02/07	Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici
DPR	554/99	in materia di lavori pubblici
CEI	0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
CEI	11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI	11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
CEI	11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria
CEI	13-4	Sistema di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica
CEI	20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	23

CEI	20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI	20-40	Guida per l'uso di cavi in bassa tensione
CEI	20-67	Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV
CEI	22-2	Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
CEI	23-46	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi in tubi interrati
CEI	23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI	64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI	64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
CEI	81-1	Protezione delle strutture contro i fulmini
CEI	82-1	Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
CEI	82-2	Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per celle solari di riferimento
CEI	82-3	Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
CEI	82-4	Protezione contro la sovratensione dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia - Guida
CEI	82-8	Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI	82-9	Sistemi fotovoltaici – Caratteristica dell'interfaccia di raccordo alla rete
CEI	82-15	Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
CEI	82-16	Schiere di moduli fotovoltaici in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
CEI	82-17	Sistemi fotovoltaici di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
CEI	82-22	Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
CEI	82-25	Guida per la realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
CEI	EN 60099-1-2	Scaricatori
CEI	EN 60439-1-2-3	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione
CEI	EN 61215	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI	UNEL 35024-1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	24

		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 35364	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
UNI	8477	Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
UNI	9488	Energia solare – vocabolario
UNI	10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
AEEG	28/06	Condizioni tecnico economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 kW, ai sensi dell'articolo 6 del D.Lgs. 387 del 29/12/2003
AEEG	188/05	Definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005
ENEL	DK5970	Prescrizioni Enel Distribuzione Spa - Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di Enel distribuzione Ed. II Febbraio 2006
ENEL		Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	25

4. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Il layout d'impianto è stato sviluppato tenendo conto delle caratteristiche specifiche del sito, nonché delle specifiche esigenze del Committente, emerse in fase di kick off meeting e da successivi incontri con il progettista.

Sulla base di tali indicazioni è stata avviata l'attività di progettazione, tenendo conto, oltre che delle norme tecniche di settore precedentemente citate, anche dei seguenti aspetti:

- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- posizione delle strutture ad inseguimento monoassiale in modo da minimizzare gli ombreggiamenti reciproci
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in una fila verticale;
- interfila tra le strutture degli inseguitori pari a 5,3 m, tale da garantire il passaggio dei mezzi che accedono per la manutenzione;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ostacoli esistenti.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	26

5. CALCOLO IMPIANTI MT

Nel presente capitolo si riportano i calcoli effettuati sull'impianto fotovoltaico in progetto, al fine di effettuare la verifica delle perdite di trasmissione e del carico delle singole linee nelle condizioni di massima produzione.

5.1. NORMATIVE E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Per la redazione della presente relazione sono stati utilizzati i seguenti documenti di riferimento:

- Catalogo cavi MT;
- Norma CEI 99-3 “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1kV in c. a.”
- Norme CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”
- Norma CEI 20-21 “Cavi Elettrici – Calcolo della portata di corrente”.

5.2. DATI PRINCIPALI

Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da un lotto, per un totale di n.4 campi, di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Sottocampo	Potenza (kW)
PS1	2.830,62
PS2	3.097,38
PS3	2.949,18
PS4	2.800,98
Totale	11.678,16 kW

Tabella 3 - Suddivisione in campi

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, fondate su pali infissi nel terreno.

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza e una vita utile di gran lunga superiore ai 20 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione.

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale complessiva pari a **11.678,16 kW_p**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	27

condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m^2 , con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C , secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Il generatore è composto complessivamente da 20.488 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, collegati in serie da 26 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da appositi inverter, in numero totale di 58.

Gli inverter convogliano la potenza verso quattro distinte Power Station, consistenti in shelter metallici prefabbricati al cui interno sono ubicati i quadri di parallelo BT, il trasformatore MT/BT e i quadri di protezione e sezionamento MT.

L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 4 campi di potenza variabile; ciascun campo a sua volta è suddiviso in un numero di sottocampi variabili da 14 a 15.

Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi di 12/15 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 58), dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

Da tali string box si dipartono le linee di collegamento verso gli inverter, posti in adiacenza agli string box presso i sottocampi, e da questi verso le Power station.

Coerentemente con la distribuzione dei campi, sono state individuate differenti configurazioni per le sezioni degli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

La tabella che segue mostra la suddivisione dell'impianto di generazione in campi, con i dati relativi al numero di stringhe e alla potenza nominale in c.c..



SMARTENERGYIT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro
(AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione
pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

PD-A.9

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli
impianti

28

CAMPO	INVERTER - STRING BOX	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo	N. Moduli per inverter	Potenza ingresso inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC
ITS1	1.1	ZONA 1	15	191	62	390	222,3	185	1,202	2830,62	2590
	1.2	ZONA 1	15		33	390	222,3	185	1,202		
	1.3	ZONA 1	12		77	312	177,84	185	0,961		
	1.4	ZONA 1	12		67,5	312	177,84	185	0,961		
	1.5	ZONA 1	12		84	312	177,84	185	0,961		
	1.6	ZONA 1	12		100,5	312	177,84	185	0,961		
	1.7	ZONA 1	12		117	312	177,84	185	0,961		
	1.8	ZONA 1	12		133,5	312	177,84	185	0,961		
	1.9	ZONA 1	14		150	364	207,48	185	1,122		
	1.10	ZONA 1	15		176	390	222,3	185	1,202		
	1.11	ZONA 1	15		202,5	390	222,3	185	1,202		
	1.12	ZONA 1	15		230,5	390	222,3	185	1,202		
	1.13	ZONA 1	15		260	390	222,3	185	1,202		
	1.14	ZONA 1	15		284	390	222,3	185	1,202		
ITS2	2.1	ZONA 2	13	209	150	338	192,66	185	1,041	3097,38	2775
	2.2	ZONA 2	15		121	390	222,3	185	1,202		
	2.3	ZONA 2	15		92,5	390	222,3	185	1,202		
	2.4	ZONA 2	13		64	338	192,66	185	1,041		
	2.5	ZONA 2	14		58,5	364	207,48	185	1,122		
	2.6	ZONA 2	12		84	312	177,84	185	0,961		
	2.7	ZONA 2	15		109,5	390	222,3	185	1,202		
	2.8	ZONA 2	13		103	338	192,66	185	1,041		
	2.9	ZONA 2	15		71,5	390	222,3	185	1,202		
	2.10	ZONA 2	13		66,5	338	192,66	185	1,041		
	2.11	ZONA 2	14		84,5	364	207,48	185	1,122		
	2.12	ZONA 2	15		109	390	222,3	185	1,202		
	2.13	ZONA 2	14		132,5	364	207,48	185	1,122		
	2.14	ZONA 2	14		156,5	364	207,48	185	1,122		
2.15	ZONA 2	14	175,5	364	207,48	185	1,122				
ITS3	3.1	ZONA 3	13	199	151,5	338	192,66	185	1,041	2949,18	2775
	3.2	ZONA 3	12		127	312	177,84	185	0,961		
	3.3	ZONA 3	12		103	312	177,84	185	0,961		
	3.4	ZONA 3	15		74,5	390	222,3	185	1,202		
	3.5	ZONA 3	15		70,5	390	222,3	185	1,202		
	3.6	ZONA 3	15		101,5	390	222,3	185	1,202		
	3.7	ZONA 3	14		175	364	207,48	185	1,122		
	3.8	ZONA 3	12		227,5	312	177,84	185	0,961		
	3.9	ZONA 3	13		204,5	338	192,66	185	1,041		
	3.10	ZONA 3	12		245	312	177,84	185	0,961		
	3.11	ZONA 3	12		518,5	312	177,84	185	0,961		
	3.12	ZONA 3	12		490	312	177,84	185	0,961		
	3.13	ZONA 3	12		467	312	177,84	185	0,961		
	3.14	ZONA 3	15		444	390	222,3	185	1,202		
	3.15	ZONA 3	15		411,5	390	222,3	185	1,202		
ITS4	4.1	ZONA 4	14	189	86	364	207,48	185	1,122	2800,98	2590
	4.2	ZONA 4	12		184,5	312	177,84	185	0,961		
	4.3	ZONA 4	15		206,5	390	222,3	185	1,202		
	4.4	ZONA 4	15		155	390	222,3	185	1,202		
	4.5	ZONA 4	15		154,5	390	222,3	185	1,202		
	4.6	ZONA 4	12		206	312	177,84	185	0,961		
	4.7	ZONA 4	12		247	312	177,84	185	0,961		
	4.8	ZONA 4	12		288,5	312	177,84	185	0,961		
	4.9	ZONA 4	12		330	312	177,84	185	0,961		
	4.10	ZONA 4	12		371,5	312	177,84	185	0,961		
	4.11	ZONA 4	15		412,5	390	222,3	185	1,202		
	4.12	ZONA 4	15		196	390	222,3	185	1,202		
	4.13	ZONA 4	15		144,5	390	222,3	185	1,202		
	4.14	ZONA 4	13		103,5	338	192,66	185	1,041		
TOTALI			788			20488	11678,16	10730		11678,16	

Tabella 4 - Dettaglio dimensionamento impianto

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	29

5.3. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizione, tratte dalla norma CEI 11-17:

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 4%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

5.4. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transigente e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

- P: potenza transigente;
- Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;
- R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;
- X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;
- V: tensione di esercizio del cavo (20kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

- R: resistenza longitudinale del cavo;
- I: corrente transigente.

5.5. CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	30

I_z = portata effettiva del cavo

I_o = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

K_1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K_3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K_4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

5.5.1. DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo saranno a norma IEC 60502-2. Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio lungo la tratta interrata, mentre in formazione piana lungo le brevi tratte di posa in passerella e/o canale metallico.

Ai fini del dimensionamento, si è tenuto conto di cavi di tipologia ARP1H5(AR)E 12/20 kV o equivalente. Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da miscela in XLPE e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela semiconduttrice. Sopra l'isolante è posto uno strato per la tenuta all'acqua, consistente in un nastro semiconduttore. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico sono presenti due differenti strati di protezione in guaina protettiva in polietilene. La tensione nominale dei cavi è pari a 20kV

Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo.

Tipo	ARP1H5(AR)E o equivalente		
Tensione nominale [kV]:	12/20	12/20	12/20
Formazione e sezione [mm²]:	1 x 50	1 x 120	1 x 240
Resistenza a 90 °C [Ω/km]:	0,832	0,333	0,165
Reattanza [Ω/km]:	0,15	0,12	0,11
Portata per posa interrata a 20°C [A]	173	291	430

Tabella 5 – Caratteristiche dei cavi

Considerate le diverse portate del cavo nelle differenti modalità di posa, **ai fini del calcolo si terrà conto delle condizioni peggiorative**, ossia quelle relative al **tratto con posa interrata**, intendendosi con esse verificate anche le altre condizioni di posa aventi parametri di calcolo migliorativi rispetto al caso in esame.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	31

5.5.2. TEMPERATURA DEL TERRENO

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in XLPE			
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C
Coefficiente	1,04	1	0,96	0,93

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

5.5.3. NUMERO DI TERNE PER SCAVO

A scopo cautelativo, si è preso quale valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio. In particolare, si considera la compresenza di n.1/2/3 terne di cavi MT all'interno della medesima sezione di scavo, posati direttamente interrati, come da sezioni tipo allegate al progetto..

Sulla base di ciò, sono stati applicati i seguenti fattori correttivi **K2**

	Distanza fra i circuiti 0,25 m		
N. circuiti	1	2	3
Coefficiente	1,00	0,86	0,78

5.5.4. PROFONDITÀ DI POSA

In generale, per tutte le linee elettriche MT, si prevede la posa dei cavi direttamente interrati, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio per tutte le tratte, e di 1,50 m solo in caso di attraversamenti con le viabilità di piano di futura realizzazione (tratte non rilevanti ai fini del calcolo). In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	32

posa. Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Profondità di posa			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,10 (interpolato)	1,2
Coefficiente	1,00	0,98	0,97	0,96

Considerando il valore di posa di 0,80 il fattore sarà pari a $K3 = 1$, per le tratte interne al parco. Per le tratte esterne al parco, si farà uso del valore $K3 = 0,97$.

A scopo cautelativo, per tutte le condizioni si farà utilizzo del fattore più sfavorevole, pari a **$K3=0,97$** .

5.5.5. RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a $1,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$.

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà **$K4 = 1$** .

5.5.6. TABULATI DI CALCOLO

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato MT. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.



SMARTENERGYIT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo

CODICE DOCUMENTO

PD-A.9

TITOLO ELABORATO

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti

PAGINA

33

LINEE MT UTENTE

RAMO	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensione merito in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAr]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Ap %	Ap kW	
RAMO A	ITS1	ITS2	3x1x50	225	2,59	78,80	173	2	0,838	144,99	54%	0,1872	0,034	0,851	0,13%	0,32%	3,487	0,13%	3,487	
	ITS2	C.UTENTE	3x1x120	365	5,37	163,22	291	2	0,838	243,88	67%	0,1215	0,047	1,763	0,18%	0,19%	9,714	0,18%	9,714	
RAMO C	ITS4	ITS3	3x1x50	195	2,59	78,80	173	2	0,838	144,99	54%	0,1622	0,029	0,851	0,11%	0,28%	3,022	0,12%	3,022	
	ITS3	C.UTENTE	3x1x120	320	5,37	163,22	291	2	0,838	243,88	67%	0,1066	0,042	1,763	0,16%	0,17%	8,516	0,16%	8,516	
LINEA CONSEGNA	C.UTENTE	CABINA ENEL	3x1x240	20	10,730	326,44	430	2	0,838	360,37	91%	0,0033	0,002	3,527	0,01%	0,01%	1,055	0,01%	1,055	
POTENZA COMPLESSIVA					10,730															
																		PERDITE TOTALI RETE (kW)	25,794	
																		PERDITE TOTALI RETE (%)	0,24%	

LINEE MT E-DISTRIBUZIONE

RAMO	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensione merito in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAr]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Ap %	Ap kW	
LINEA CONSEGNA - CP E-DISTRIBUZIONE	CABINA CONSEGNA	CABINA SECONDARIA NARO	3x1x240	4750	10,73	326,44	430	2	0,838	360,37	91%	0,7838	0,523	3,527	2,56%	2,56%	250,553	2,34%	250,553	
LINEA CONSEGNA - CP E-DISTRIBUZIONE	CABINA SECONDARIA NARO	E-DISTRIBUZIONE CANICATTI 2	3x1x240	4610	10,73	326,44	430	2	0,838	360,37	91%	0,7607	0,507	3,527	2,49%	2,49%	243,168	2,27%	243,168	
POTENZA COMPLESSIVA					10,73															
																		PERDITE TOTALI RETE (kW)	250,553	
																		PERDITE TOTALI RETE (%)	2,34%	
LINEA CONSEGNA - LINEA ESISTENTE MT "GIULIA"	ARRIVO	CABINA SECONDARIA NARO	3x1x240	490	10,73	326,44	430	2	0,838	360,37	91%	0,0809	0,054	3,527	0,26%	0,26%	25,846	0,24%	25,846	
POTENZA COMPLESSIVA					10,73															
																		PERDITE TOTALI RETE (kW)	25,846	
																		PERDITE TOTALI RETE (%)	0,24%	

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	34

6. CALCOLO IMPIANTI BT

Al fine di poter collettare l'energia prodotta dai campi e poterla immettere in rete, il progetto dell'impianto fotovoltaico prevede una serie di opere accessorie, che nel loro complesso vengono indicate come impianto di connessione a rete.

6.1. TIPOLOGIA DI IMPIANTO

L'impianto elettrico da realizzare rientra tra gli impianti di prima categoria (classificazione CEI 64-8 Art 21.1 – distribuzione e utenze in c.a. con tensione nominale minore di 1000V) e prevede la realizzazione di cabina di trasformazione propria (fornitura a carico del distributore in M.T. con sistema TN-S).

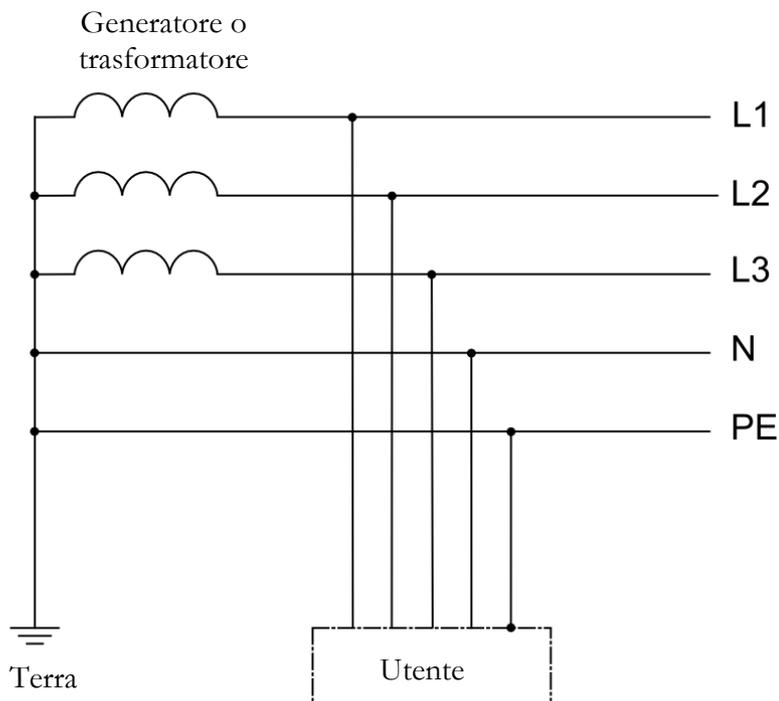
In base all'Art.413.1.3 della sopracitata normativa si è attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TN-S.

L'impianto TN-S (CEI 64-8 Art. 312.2) è definito nel seguente modo:

- T collegamento diretto a terra di un punto del sistema elettrico (nel caso in particolare il neutro);
- N collegamento delle masse al punto del sistema elettrico collegato a terra;
- S conduttori di neutro e protezione separati.

Lo schema di connessione è mostrato nella figura seguente.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	35



Nel rispetto di quanto sopra si opererà in base a quanto di seguito descritto.

Il centro stella del trasformatore, il conduttore di neutro, il conduttore di protezione ed il conduttore di terra saranno collegati ad un unico collettore di terra (piastra metallica in rame o in ferro).

Per realizzare una corretta protezione contro i contatti indiretti, in accordo alla norma CEI 64-8/4, occorre rispettare la seguente relazione:

$$I \leq \frac{U_o}{Z_g} \quad (\text{CEI 64-8 Art. 413.1.3})$$

dove:

U_o = tensione nominale verso terra dell'impianto in Volt;

Z_g = impedenza totale in ohm del circuito di guasto, che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto dove si verifica il guasto e il tratto del conduttore di protezione PE tra il punto del guasto e la sorgente (valore in ohm);

I = valore in ampere della corrente d'intervento entro 5 sec. del dispositivo di protezione.

In pratica (verificate le I_{cc} minime verso terra), per soddisfare questa condizione nei quadri elettrici dell'impianto di sollevamento sono previsti degli interruttori automatici di tipo magnetotermico con intervento istantaneo, a protezione di tutti i circuiti in partenza dai quadri elettrici. Inoltre, in tutti i circuiti terminali sono stati previsti interruttori automatici ad

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	36

intervento differenziale ad alta sensibilità, al fine di ottenere una protezione addizionale contro i contatti diretti.

6.2. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti ha lo scopo di proteggere le persone dalle conseguenze di contatti con parti elettricamente attive, che sono in tensione durante il normale esercizio dell'impianto.

Essa può essere realizzata mediante l'isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere, al fine di realizzare una protezione totale, o mediante ostacoli e distanziamento, al fine di fornire una protezione parziale. In aggiunta ad esse, può essere realizzata una protezione addizionale mediante l'utilizzo di interruttori differenziali con corrente differenziale nominale di valore non superiore a 30 mA.

La norma CEI 64-8, prescrive che a tutti i componenti dell'impianto sia applicata una misura di protezione contro i contatti diretti. Nel caso in esame, trattandosi d'impianti accessibili anche a persone non aventi conoscenze tecniche o esperienza sufficiente a evitare i pericoli dell'elettricità (persone non addestrate), è necessario adottare le misure di protezione totale citate in precedenza.

6.3. ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE

Le parti che sono normalmente in tensione devono essere ricoperte completamente da un isolamento non rimovibile, se non per distruzione dello stesso, rispondente ai requisiti richiesti dalle norme di fabbricazione del relativo componente. L'isolamento deve resistere agli sforzi meccanici, chimici, elettrici e termici che possono manifestarsi durante il normale funzionamento dell'impianto. Considerando, per esempio, un cavo elettrico, si dovrà provvedere alla sua protezione da calpestii, strappi, surriscaldamenti, ecc. nel caso che questi possano verificarsi durante l'esercizio, mediante le appropriate modalità di posa.

Se l'isolamento è applicato durante l'installazione del componente, la sua efficacia deve essere equivalente a quella di analoghi componenti costruiti in fabbrica.

6.4. PROTEZIONE CON INVOLUCRI E BARRIERE

E' evidente che vi sono delle parti attive, come i morsetti, gli interruttori di sezionamento, i quadri elettrici, ecc... che devono essere accessibili e non possono essere completamente isolate. In questi casi la protezione può essere effettuata tramite involucri e barriere.

Gli involucri assicurano un determinato grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi o liquidi, mentre le barriere sono degli elementi che assicurano un determinato grado di

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	37

protezione contro i contatti diretti solo lungo le normali direzioni d'accesso.

Il grado minimo di protezione richiesto dalla norma CEI 64-8 è IP2X, ossia protetto dai corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm, o IPXXB, ossia inaccessibilità al dito di prova. Per le superfici superiori di involucri orizzontali a portata di mano è richiesto un grado di protezione minimo IP 4X, corrispondente alla protezione contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1 mm, o IPXXD, ossia inaccessibilità al filo di prova di 1 mm. Questa regola non si applica a quei componenti che, per la loro specifica funzione, non ammettono il grado di protezione richiesto, come i portalampade e certi tipi di portafusibili.

Se la protezione è realizzata durante l'installazione sul posto, è richiesta una distanza minima fra le barriere o involucri e le parti attive di almeno 40 mm.

In base all'art. 412.5 della norma 64-8, è stata inoltre prevista la protezione addizionale contro i contatti indiretti mediante l'uso d'interruttori differenziali con corrente d'intervento non superiore a 30 mA in tutti i circuiti terminali previsti.

6.5. CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- Perdite per riflessione.
- perdite per ombreggiamento.
- Perdite per mismatching.
- Perdite per effetto della temperatura.
- Perdite nei circuiti in continua.
- Perdite negli inverter.
- Perdite nei circuiti in alternata.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	38

Per il calcolo dettagliato dell'energia producibile dall'impianto, si rimanda alla specifica relazione R.10.

6.6. CRITERIO DI VERIFICA ELETTRICA

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli ($-00\text{ }^{\circ}\text{C}$) e dei valori massimi di lavoro degli stessi ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

Tensioni MPPT

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ($V_{mppt\ min}$).

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla Tensione MPPT massima ($V_{mppt\ max}$).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

Tensione massima

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

Tensione massima modulo

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

Corrente massima

Corrente massima (corto circuito) generata, I_{sc} , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

Dimensionamento

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 137 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico ad esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	39

6.7. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica; esso sarà collegato alla rete elettrica di distribuzione in media tensione 20 kV. L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter di stringa, le quali vengono convogliate verso appositi quadri di parallelo nei locali di cabina, dove avverrà la trasformazione BT/MT.

La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascun campo verrà, quindi, vettoriata verso la cabina Utente, dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione in media tensione, presso la nuova cabina di consegna E-distribuzione, collegata in antenna alla Cabina Primaria AT/MT "Canicatti 2".

Il generatore fotovoltaico è costituito da n.4 campi, di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Sottocampo	Potenza (kW)
PS1	2.830,62
PS2	3.097,38
PS3	2.949,18
PS4	2.800,98
Totale	11.678,16 kW

Tabella 6 - Suddivisione in sottocampi

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale per i sottocampi PS1-PS2-PS3-PS4 fondate su pali infissi nel terreno.

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza e una vita utile di gran lunga superiore ai 20 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione.

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale complessiva pari a **11.678,16 kW_p**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Il generatore è composto complessivamente da 20.488 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, collegati in serie da 26 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da appositi, in numero totale di 58.

Gli inverter convogliano la potenza verso quattro distinte Power Station, consistenti in shelter metallici prefabbricati al cui interno sono ubicati i quadri di parallelo BT, il trasformatore

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	40

MT/BT e i quadri di protezione e sezionamento MT.

L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 4 campi di potenza variabile; ciascun campo a sua volta è suddiviso in un numero di sottocampi variabili da 14 a 15.

Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi di 12/15 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 58), dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

Da tali string box si dipartono le linee di collegamento verso gli inverter, posti in adiacenza agli string box presso i sottocampi, e da questi verso le Power station.

Viene così definita la potenza in corrente alternata dell'impianto, che risulta essere pari a 10.730 kW ac, in uscita dagli inverter.

La potenza in immissione dell'impianto risulta invece essere pari a 9.500 kW. Tale potenza corrisponde alla massima potenza istantanea iniettata dall'impianto nella rete di distribuzione in media tensione del distributore presso la cabina di consegna, e, pertanto, definisce i termini contrattuali dell'immissione con il gestore ai fini del regolamento di esercizio.

Coerentemente con la distribuzione dei campi e dei sottocampi, sono state individuate differenti configurazioni per gli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	41

CAMPO	INVERTER - STRING BOX	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo	N. Moduli per inverter	Potenza ingresso inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC	POTENZA TRAF0	Rapporto di utilizzo trafo BT/MT
ITS1	1.1	ZONA 1	15	191	62	390	222,3	185	1,202	2830,62	2590	2500	103,6%
	1.2	ZONA 1	15		33	390	222,3	185	1,202				
	1.3	ZONA 1	12		77	312	177,84	185	0,961				
	1.4	ZONA 1	12		67,5	312	177,84	185	0,961				
	1.5	ZONA 1	12		84	312	177,84	185	0,961				
	1.6	ZONA 1	12		100,5	312	177,84	185	0,961				
	1.7	ZONA 1	12		117	312	177,84	185	0,961				
	1.8	ZONA 1	12		133,5	312	177,84	185	0,961				
	1.9	ZONA 1	14		150	364	207,48	185	1,122				
	1.10	ZONA 1	15		176	390	222,3	185	1,202				
	1.11	ZONA 1	15		202,5	390	222,3	185	1,202				
	1.12	ZONA 1	15		230,5	390	222,3	185	1,202				
	1.13	ZONA 1	15		260	390	222,3	185	1,202				
	1.14	ZONA 1	15		284	390	222,3	185	1,202				
ITS2	2.1	ZONA 2	13	209	150	338	192,66	185	1,041	3097,38	2775	2500	111,0%
	2.2	ZONA 2	15		121	390	222,3	185	1,202				
	2.3	ZONA 2	15		92,5	390	222,3	185	1,202				
	2.4	ZONA 2	13		64	338	192,66	185	1,041				
	2.5	ZONA 2	14		58,5	364	207,48	185	1,122				
	2.6	ZONA 2	12		84	312	177,84	185	0,961				
	2.7	ZONA 2	15		109,5	390	222,3	185	1,202				
	2.8	ZONA 2	13		103	338	192,66	185	1,041				
	2.9	ZONA 2	15		71,5	390	222,3	185	1,202				
	2.10	ZONA 2	13		66,5	338	192,66	185	1,041				
	2.11	ZONA 2	14		84,5	364	207,48	185	1,122				
	2.12	ZONA 2	15		109	390	222,3	185	1,202				
	2.13	ZONA 2	14		132,5	364	207,48	185	1,122				
	2.14	ZONA 2	14		156,5	364	207,48	185	1,122				
	2.15	ZONA 2	14		175,5	364	207,48	185	1,122				
ITS3	3.1	ZONA 3	13	199	151,5	338	192,66	185	1,041	2949,18	2775	2500	111,0%
	3.2	ZONA 3	12		127	312	177,84	185	0,961				
	3.3	ZONA 3	12		103	312	177,84	185	0,961				
	3.4	ZONA 3	15		74,5	390	222,3	185	1,202				
	3.5	ZONA 3	15		70,5	390	222,3	185	1,202				
	3.6	ZONA 3	15		101,5	390	222,3	185	1,202				
	3.7	ZONA 3	14		175	364	207,48	185	1,122				
	3.8	ZONA 3	12		227,5	312	177,84	185	0,961				
	3.9	ZONA 3	13		204,5	338	192,66	185	1,041				
	3.10	ZONA 3	12		245	312	177,84	185	0,961				
	3.11	ZONA 3	12		518,5	312	177,84	185	0,961				
	3.12	ZONA 3	12		490	312	177,84	185	0,961				
	3.13	ZONA 3	12		467	312	177,84	185	0,961				
	3.14	ZONA 3	15		444	390	222,3	185	1,202				
	3.15	ZONA 3	15		411,5	390	222,3	185	1,202				
ITS4	4.1	ZONA 4	14	189	86	364	207,48	185	1,122	2800,98	2590	2500	103,6%
	4.2	ZONA 4	12		184,5	312	177,84	185	0,961				
	4.3	ZONA 4	15		206,5	390	222,3	185	1,202				
	4.4	ZONA 4	15		155	390	222,3	185	1,202				
	4.5	ZONA 4	15		154,5	390	222,3	185	1,202				
	4.6	ZONA 4	12		206	312	177,84	185	0,961				
	4.7	ZONA 4	12		247	312	177,84	185	0,961				
	4.8	ZONA 4	12		288,5	312	177,84	185	0,961				
	4.9	ZONA 4	12		330	312	177,84	185	0,961				
	4.10	ZONA 4	12		371,5	312	177,84	185	0,961				
	4.11	ZONA 4	15		412,5	390	222,3	185	1,202				
	4.12	ZONA 4	15		196	390	222,3	185	1,202				
	4.13	ZONA 4	15		144,5	390	222,3	185	1,202				
	4.14	ZONA 4	13		103,5	338	192,66	185	1,041				
TOTALI			788			20488	11678,16	10730		11678,16			

Tabella 7 - Dettaglio dimensionamento impianto

Coerentemente con la distribuzione dei campi e dei sottocampi, sono state individuate differenti configurazioni per gli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

6.7.1. MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli previsti dal presente progetto sono tutti della medesima tipologia e taglia. Si tratta dei moduli Jinko Solar, modello JKM550-570N-72HL4-BDV, moduli in silicio monocristallino bifacciale a 144 celle (2x72), la cui potenza di picco è pari a 570 Wp. Il numero di moduli che compongono una stringa è pari a 26, per cui la tensione della stringa risulta essere variabile dai

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	42

1441,82 V alla temperatura di -10°C fino ai 976 V alla temperatura di 60°C (temperature limite di progetto).

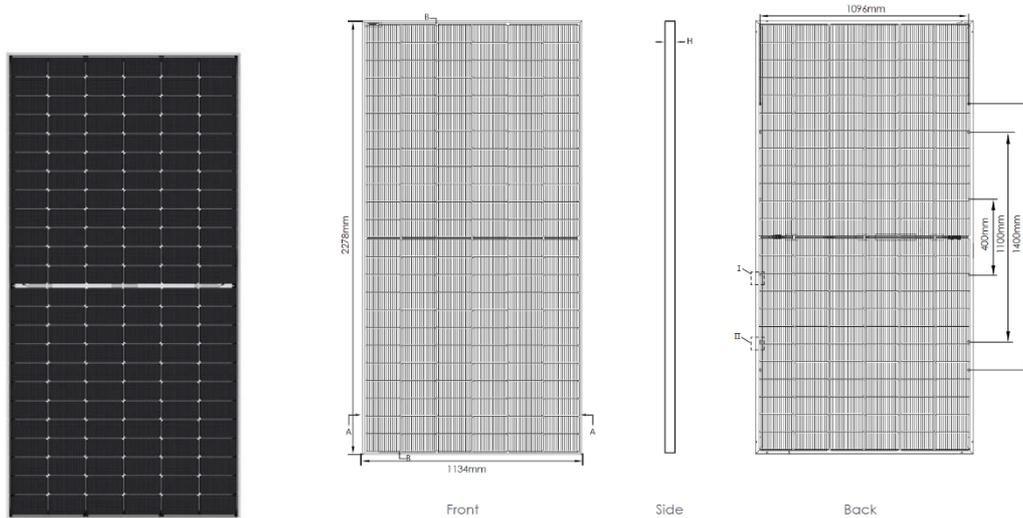


Figura 10 – Dati dimensionali modulo fotovoltaico

Di seguito si riportano i principali dati tecnici estratti dai datasheet. Per la descrizione dettagliata e le certificazioni si rimanda alla relazione tecnica impianti.

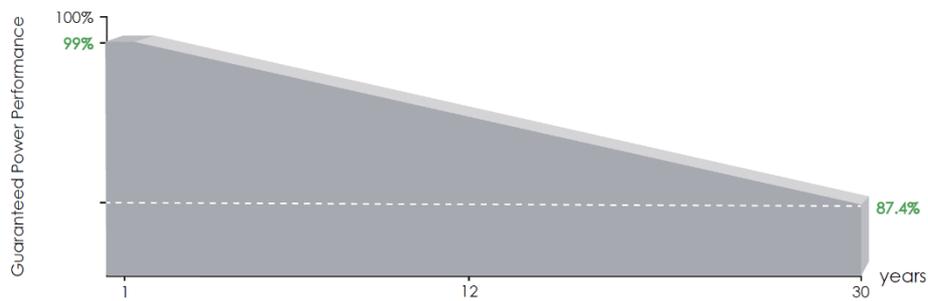


Figura 11 – Prestazioni garantite modulo fotovoltaico

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	43

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM550N-72HL4-BDV		JKM555N-72HL4-BDV		JKM560N-72HL4-BDV		JKM565N-72HL4-BDV		JKM570N-72HL4-BDV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	550Wp	414Wp	555Wp	417Wp	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.58V	39.13V	41.77V	39.26V	41.95V	39.39V	42.14V	39.52V	42.29V	39.65V
Maximum Power Current (Imp)	13.23A	10.57A	13.29A	10.63A	13.35A	10.69A	13.41A	10.75A	13.48A	10.81A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.27V	47.75V	50.47V	47.94V	50.67V	48.13V	50.87V	48.32V	51.07V	48.51V
Short-circuit Current (Isc)	14.01A	11.31A	14.07A	11.36A	14.13A	11.41A	14.19A	11.46A	14.25A	11.50A
Module Efficiency STC (%)	21.29%		21.48%		21.68%		21.87%		22.07%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (2×72)
Dimensions	2278×1134×30mm (89.69×44.65×1.18 inch)
Weight	32 kg (70.55 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm' (+): 400mm , (-): 200mm or Customized Length

Figura 12 – Dati tecnici modulo fotovoltaico

I moduli previsti hanno una potenza nominale di 570 Wp, per un numero complessivo di moduli, pari a 20.488, consentendo così di raggiungere una potenza nominale di picco del campo fotovoltaici pari a 11.678,16 kW.

I moduli previsti in progetto sono del tipo “bifacciali”, con vetro da 2 mm sulla parte anteriore e posteriore.

I moduli fotovoltaici in progetto garantiscono una elevatissima efficienza, pari a 22,07% in condizioni STC, grazie alla tecnologia N-Type.

Questa caratteristica permette una significativa miglioria rispetto agli impianti con moduli con prestazioni inferiori, in quanto a parità di energia prodotta si ha una minore occupazione di suolo e un minor impatto degli impianti.

Coerentemente con la definizione delle stringhe, le strutture di supporto sono state progettate, in modo tale da garantire l'installazione dei moduli appartenenti ad una stringa tutti sulla stessa

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	44

struttura, al fine di facilitare le operazioni di installazione e di manutenzione ordinaria. Per i dettagli della struttura di sostegno si rimanda al paragrafo relativo.

6.7.2. INVERTER

Presso l'impianto saranno installati n.58 inverter di stringa, del produttore HUAWUEI modello HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1 di potenza nominale pari a 185 kW, così suddivisi

Campo	n. inverter
ITS1	14
ITS2	15
ITS3	15
ITS4	14
TOTALE	58

Tutti gli inverter presentano la medesima tecnologia di conversione, il medesimo software di controllo e le stesse funzioni di interfaccia di rete.



Figura 13 – Inverter modulare

Di seguito si allega sintesi dei datasheet dell'inverter.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	45

Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.69%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	175,000 W @40°C, 168,000 W @45°C, 160,000 W @50°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	185,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	126.3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	84 kg (185.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificates	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006

Figura 14 – Datasheet inverter

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	46

Ciascuno inverter è dotato di 18 canali in ingresso, accoppiati ogni 2 su ciascuno dei 9 MPPT. Pertanto non è necessaria la presenza di string box, in quanto le stringhe provenienti dal campo vengono connesse direttamente agli inverter di stringa.

Nell'inverter è presente la strumentazione elettronica, per la lettura e immagazzinamento dei dati e la trasmissione verso PS. La comunicazione con la PS viene garantita con un cavo seriale RS485.

L'apparecchiatura è idonea per installazione esterna (IP66).

6.7.3. POWER STATION PS

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di raccogliere l'energia elettrica proveniente dal campo fotovoltaico in corrente alternata (CA) presso appositi quadri di parallelo, e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

L'energia prodotta dai sistemi di conversione CC/CA (inverter di stringa), raccolta in appositi quadri di parallelo a 600 V, sarà immessa nel lato BT di un trasformatore 20/0,8 kV di potenza variabile in funzione dei campi.

Per ciascuno dei campi PS1, PS2, PS3, PS4 si prevede l'utilizzo di un trasformatore di potenza pari a 2500 kV.

La Power Station è costituita da elementi prefabbricati di tipo in c.a.v., progettati per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità nell'ambiente in cui verranno installati.

Tutte le componenti sono idonee per l'installazione all'interno del prefabbricato con differenti compartimenti per le diverse sezioni di impianto.

Le pareti e il tetto del prefabbricato sono isolati al fine di garantire una perfetta impermeabilità all'acqua e un corretto isolamento termico.

Il prefabbricato sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni, ove saranno stati predisposti gli opportuni cavedi e tubazioni per il passaggio dei cavi di potenza e segnale.

Ciascuna Power Station conterrà al suo interno un quadro in bassa tensione per il parallelo delle linee provenienti dagli inverter e l'alimentazione degli ausiliari, nonché la protezione della linea verso il trasformatore.

Nella stessa sarà presente un impianto elettrico completo di cavi di alimentazione, di illuminazione, di prese elettriche di servizio, dell'impianto di messa a terra adeguatamente dimensionato e quanto necessario al perfetto funzionamento della power station.

Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza, il sistema centralizzato di comunicazione

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	47

con interfacce in rame e fibra ottica.

Tutte le componenti esterne saranno dotate di tutti quei provvedimenti al fine di garantire la massima protezione in condizioni climatiche quale l'ambiente di installazione.

Per una completa accessibilità ai vari comparti, saranno adottati tutti quei provvedimenti in modo che tutti i dispositivi installati siano immediatamente accessibili, rendendo più agevole l'ispezione, la manutenzione e la riparazione.

Tutti gli ambienti del cabinato, sono attrezzati con porte con apertura esterna.

Nel suo complesso, la Power Station avrà dimensioni in pianta pari a (9,00x2,50) m, e altezza fuori terra pari a circa 2,60 m.

La Power Station prevista è totalmente prefabbricata, da assemblare in situ.

Si evidenzia che in fase esecutiva saranno prodotti dal prefabbricatore gli elaborati di calcolo strutturale ai fini del deposito presso gli uffici del Genio Civile competente.

La fondazione verrà realizzata con una platea di spessore 40 cm con pareti perimetrali di spessore 10-15 cm opportunamente rinfiancate con terreno compattato. Al di sotto si prevede un magrone in calcestruzzo di circa 10 cm armato con una rete a maglia quadrata (20x20) cm di diametro 8 mm.

6.7.4. QUADRO DI PARALLELO BT

Presso ciascuna PS sarà installato un quadro di parallelo in bassa tensione, necessario al parallelo delle linee provenienti dagli inverter, e per la protezione dell'interconnessione con il trasformatore, prefabbricato dal produttore delle power station.

Il quadro consentirà il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore e le necessarie protezioni alle linee elettriche.

6.7.5. TRASFORMATORE BT/MT

Presso la PS verrà installato un trasformatore BT/MT in resina della seguente tipologia:

- a singolo secondario a 20/0,80 kV, di potenza pari a 2.500 kVA, ad alta efficienza, , in numero di uno per ciascuna PS.

Tutti i trasformatori saranno del tipo isolato in resina, idonei per l'installazione all'interno delle cabine prefabbricate delle Power Station, opportunamente protetti per impedire l'accesso alle parti in tensione.

Di seguito una scheda tecnica tipologica del prodotto.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	48

PERDITE RIDOTTE CLASSE 24 kV / REDUCED / LOSSES CLASS 24 kV

Livello Isolamento MT / Rated Voltage HV		24 kV		Classe Isolamento MT / Insulation Class HV								FI 50 kV BIL 95 kV															
Livello Isolamento BT / Rated Voltage LV		1,1 kV		Classe Isolamento BT / Insulation Class LV								FI 3 kV															
Frequenza / Frequency		50+60 Hz		Regolazione MT / Tappings HV								± 2 x 2,5%															
KVA	U _k (120°C) %	P ₀ (W)	P _{cc} GBE (75°C) (W)	P _{cc} CEI-EN (120°C) (W)	I ₀ %	L _{wA} (dB(A))	L _{pA} (dB(A))	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	Kg															
TD3R17-TD3R24 (BoBk)													U_k 4%		50	4	270	1400	1570	2,50	50	41	1040	670	1100	520	460
															100	4	360	1600	1750	1,94	51	42	1040	670	1150	520	610
															160	4	490	2200	2500	1,78	54	45	1250	670	1200	520	870
															200	4	590	2600	2980	1,73	56	46	1250	670	1300	520	1010
															250	4	660	3000	3450	1,56	57	47	1250	670	1300	520	1170
															315	4	830	3700	4170	1,54	59	49	1330	820	1400	670	1330
															400	4	970	4400	4900	1,36	60	50	1330	820	1500	670	1570
															500	4	1150	4900	5550	1,05	61	50	1360	820	1550	670	1850
															630	4	1270	6100	6900	0,97	62	51	1410	820	1650	670	2130
															U_k 6%												
100	6	340	1800	2050	1,89	51	42	1070	670	1100	520	560															
160	6	480	2600	2900	1,8	54	45	1250	670	1150	520	810															
200	6	570	3000	3350	1,68	56	47	1250	670	1200	520	940															
250	6	650	3300	3800	1,6	57	47	1250	670	1300	520	1090															
315	6	800	4100	4650	1,48	59	49	1330	820	1300	670	1240															
400	6	940	4800	5500	1,33	60	50	1330	820	1400	670	1450															
500	6	1100	5800	6550	1,08	61	51	1360	820	1500	670	1710															
630	6	1250	6800	7600	0,95	62	51	1410	820	1550	670	1970															
800	6	1500	8300	9400	0,81	64	53	1570	1000	1700	820	2330															
1000	6	1800	9600	11000	0,72	65	54	1570	1000	1750	820	2780															
1250	6	2100	11500	13000	0,63	67	55	1740	1000	1950	820	3220															
1600	6	2400	14000	16000	0,59	68	55	1740	1000	2200	820	3760															
2000	6	3000	16000	18000	0,54	70	57	1860	1300	2250	1070	4430															
2500	6	3600	20000	23000	0,5	71	58	2010	1300	2300	1070	5270															
3150	6	4300	23500	28000	0,45	74	61	2100	1300	2450	1070	6330															
4000	7+8	5800	26600	29930	0,36	81	67	2260	1300	2500	1070	8630															
5000	7+8	7100	29400	33100	0,32	83	69	2380	1500	2680	1250	10760															

Figura 15 – Datasheet trasformatori MT/BT

6.7.6. INTERRUTTORI DI MEDIA TENSIONE

Nello shelter metallico della Power station verrà posizionato un quadro di media tensione, composto dai seguenti scomparti:

- n.1 unità di arrivo (sezionatore e sez di terra);
- n.1 unità protezione trafo (sezionatore e fusibili);
- n.1 unità di partenza (sezionatore e sez di terra)

6.7.7. QUADRI SERVIZI AUSILIARI

La power station sarà fornita dei quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti. Il quadro servizi ausiliari sarà diviso in tre sezioni:

- sezione in ingresso, nella quale confluisce la linea proveniente dal trafo MT/bt,

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	49

- protetta da appositi interruttori automatici;
- sezione ordinaria, nella quale sono presenti tutte le utenze ordinarie e non essenziali per il funzionamento della PS. In essa confluiscono due distinte linee (una proveniente dal trafo e l'altra da G.E., entrambe idonamente protette con interruttori automatici e con scaricatori di sovratensione SPD);
 - sezione privilegiata, le cui utenze sono alimentate sotto UPS.

6.7.8. TRASFORMATORE BT/BT

Presso ciascuna Power Station verrà installato un idoneo trasformatore BT/BT per l'alimentazione del quadro servizi ausiliari BT-AUX . Di seguito le principali caratteristiche.

Tipologia	Resina
An	25 kVA
V1	0,83 kV
V2	0,40 kV
F	50 Hz
Gruppo	Dyn11
Vcc%	6%

Tabella 8 - Dati tecnici trasformatore BT/BT

6.7.9. UPS PER SERVIZI AUSILIARI

Verrà installato presso la Power Station un UPS per l'alimentazione dei servizi ausiliari presenti presso la PS. Il sistema UPS è dotato di DSP microprocessor control. Il sistema è costituito da un UPS base da 6000VA, al quale viene collegato un battery back di espansione, per garantire la necessaria copertura in termini di autonomia dei servizi ausiliari di base

6.7.10. SISTEMA CENTRALIZZATO DI COMUNICAZIONE

Presso ciascuna Power Station verrà installata la componentistica elettronica necessaria a consentire il controllo delle apparecchiature principali, quali inverter, misuratori, sistemi di ventilazione, sensori ambientali. Per il dettaglio di tale strumentazione si rimanda all'apposita relazione impianti.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	50

6.8. VERIFICHE ELETTRICHE

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C (976 V) maggiore di V _{mppt} min. (500 V)	VERIFICATO
V _m a 20°C (1115 V) minore di V _{mppt} max. (1500 V)	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (1441 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 500 V)	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a -10 °C (1441 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500 V)	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (203 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (234 A)	VERIFICATO

Nel seguito, si da dettaglio della verifica dei parametri di funzionamento di ciascun campo.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	51

6.8.1. CAMPO PS1

Il campo denominato PS1 si compone di 14 sottocampi, a ciascuno dei quali corrisponde un inverter da 185 Kw.

Pertanto, il campo risulta così composto.

CAMPO	INVERTER - STRING BOX	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo	N. Moduli per inverter	Potenza ingresso inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC	POTENZA TRAFI	Rapporto di utilizzo trafo BT/MT
ITS1	1.1	ZONA 1	15	191	62	390	222,3	185	1,202	2830,62	2590	2500	103,6%
	1.2	ZONA 1	15		33	390	222,3	185	1,202				
	1.3	ZONA 1	12		77	312	177,84	185	0,961				
	1.4	ZONA 1	12		67,5	312	177,84	185	0,961				
	1.5	ZONA 1	12		84	312	177,84	185	0,961				
	1.6	ZONA 1	12		100,5	312	177,84	185	0,961				
	1.7	ZONA 1	12		117	312	177,84	185	0,961				
	1.8	ZONA 1	12		133,5	312	177,84	185	0,961				
	1.9	ZONA 1	14		150	364	207,48	185	1,122				
	1.10	ZONA 1	15		176	390	222,3	185	1,202				
	1.11	ZONA 1	15		202,5	390	222,3	185	1,202				
	1.12	ZONA 1	15		230,5	390	222,3	185	1,202				
	1.13	ZONA 1	15		260	390	222,3	185	1,202				
	1.14	ZONA 1	15		284	390	222,3	185	1,202				

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C maggiore di V _{mppt} min.	VERIFICATO
V _m a 0 °C minore di V _{mppt} max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)



SMARTENERGYIT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro
(AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione
pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo

CODICE DOCUMENTO

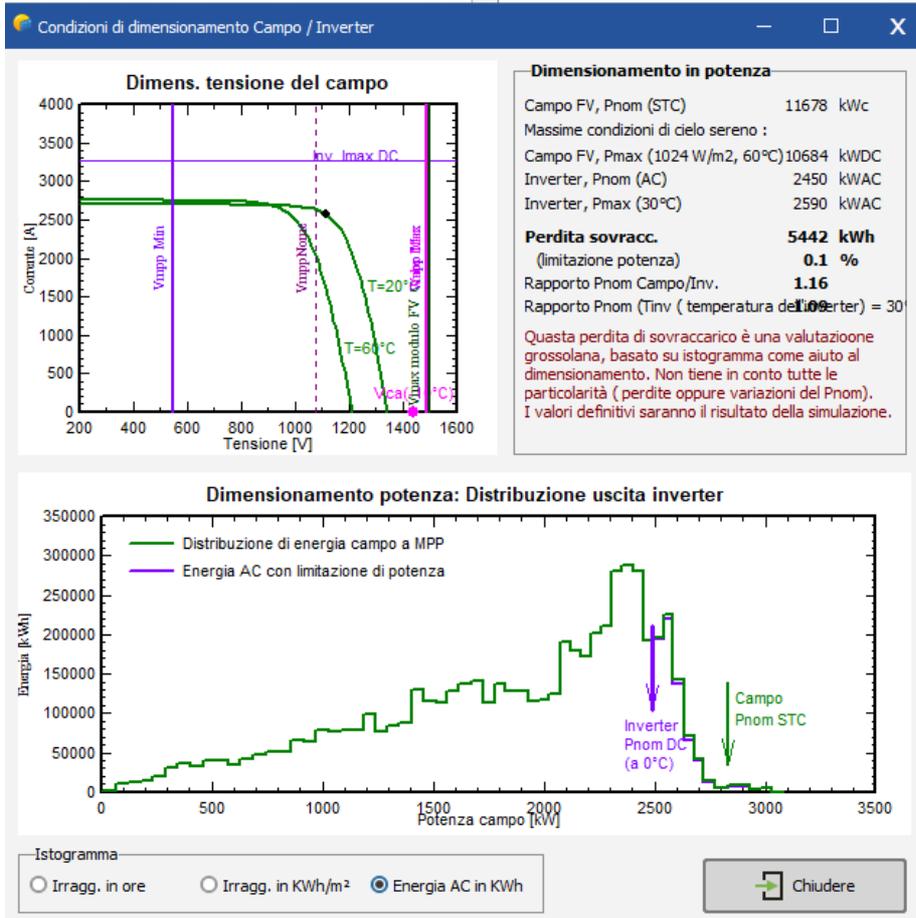
TITOLO ELABORATO

PAGINA

PD-A.9

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli
impianti

52





SMARTENERGYIT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

PD-A.9

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti

53

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	TIPOLOGIA INVERTER	Stranghe Parallelo	Taglia interruttore [A]	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [kW]	Corrente nominale [A]	Potenza nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Resistenza a cavo [Ω]	Potenza reattiva [kVAr]	AV % [AV %]	AV % stringa (Worst case)	AV % cumulato	Potenza persa [kW]	Ap %	Ap kW
SOTTOCAMPO ITSI	1.1	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	62	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0097	0,005	73,066	0,39%	1,00%	1,393%	0,829	0,37%	0,629
	1.2	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	33	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0051	0,003	73,066	0,21%	1,00%	1,209%	0,441	0,20%	0,441
	1.3	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	77	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0120	0,006	58.453	0,39%	1,00%	1,391%	0,659	0,37%	0,659
	1.4	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	67,5	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0105	0,005	58.453	0,34%	1,00%	1,343%	0,578	0,32%	0,578
	1.5	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	84	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0131	0,007	58.453	0,43%	1,00%	1,426%	0,719	0,40%	0,719
	1.6	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	100,5	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0157	0,008	58.453	0,51%	1,00%	1,510%	0,861	0,48%	0,861
	1.7	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	117	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0183	0,009	58.453	0,59%	1,00%	1,594%	1,002	0,56%	1,002
	1.8	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	133,5	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0208	0,011	58.453	0,68%	1,00%	1,677%	1,143	0,64%	1,143
	1.9	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	14	160	3x1x150	150	207.480	157,80	313	2	0,864	270,43	58%	0,0234	0,012	68.195	0,89%	1,00%	1,888%	1,748	0,84%	1,748
	1.10	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	176	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0275	0,014	73.066	1,12%	1,00%	2,116%	2,355	1,06%	2,355
	1.11	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	202,5	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0316	0,016	73.066	1,28%	1,00%	2,285%	2,709	1,22%	2,709
	1.12	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	230,5	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0360	0,019	73.066	1,46%	1,00%	2,462%	3,084	1,39%	3,084
	1.13	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	260	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0406	0,021	73.066	1,65%	1,00%	2,649%	3,478	1,56%	3,478
	1.14	ITSI	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	284	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0443	0,023	73.066	1,80%	1,00%	2,802%	3,799	1,71%	3,799

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	54

6.8.2. CAMPO PS2

Il campo denominato PS2 si compone di 15 sottocampi, a ciascuno dei quali corrisponde un inverter da 185 kW e il relativo string box.

Pertanto, il campo risulta così composto.

CAMPO	INVERTER - STRING BOX	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo	N. Moduli per inverter	Potenza ingresso inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC	POTENZA TRAFI	Rapporto di utilizzo trafo BT/MT
ITS2	2.1	ZONA 2	13	209	150	338	192,66	185	1,041	3097,38	2775	2500	111,0%
	2.2	ZONA 2	15		121	390	222,3	185	1,202				
	2.3	ZONA 2	15		92,5	390	222,3	185	1,202				
	2.4	ZONA 2	13		64	338	192,66	185	1,041				
	2.5	ZONA 2	14		58,5	364	207,48	185	1,122				
	2.6	ZONA 2	12		84	312	177,84	185	0,961				
	2.7	ZONA 2	15		109,5	390	222,3	185	1,202				
	2.8	ZONA 2	13		103	338	192,66	185	1,041				
	2.9	ZONA 2	15		71,5	390	222,3	185	1,202				
	2.10	ZONA 2	13		66,5	338	192,66	185	1,041				
	2.11	ZONA 2	14		84,5	364	207,48	185	1,122				
	2.12	ZONA 2	15		109	390	222,3	185	1,202				
	2.13	ZONA 2	14		132,5	364	207,48	185	1,122				
	2.14	ZONA 2	14		156,5	364	207,48	185	1,122				
	2.15	ZONA 2	14		175,5	364	207,48	185	1,122				

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C maggiore di V _{mppt} min.	VERIFICATO
V _m a 0 °C minore di V _{mppt} max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSystem, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)



SMARTENERGYT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo

CODICE DOCUMENTO

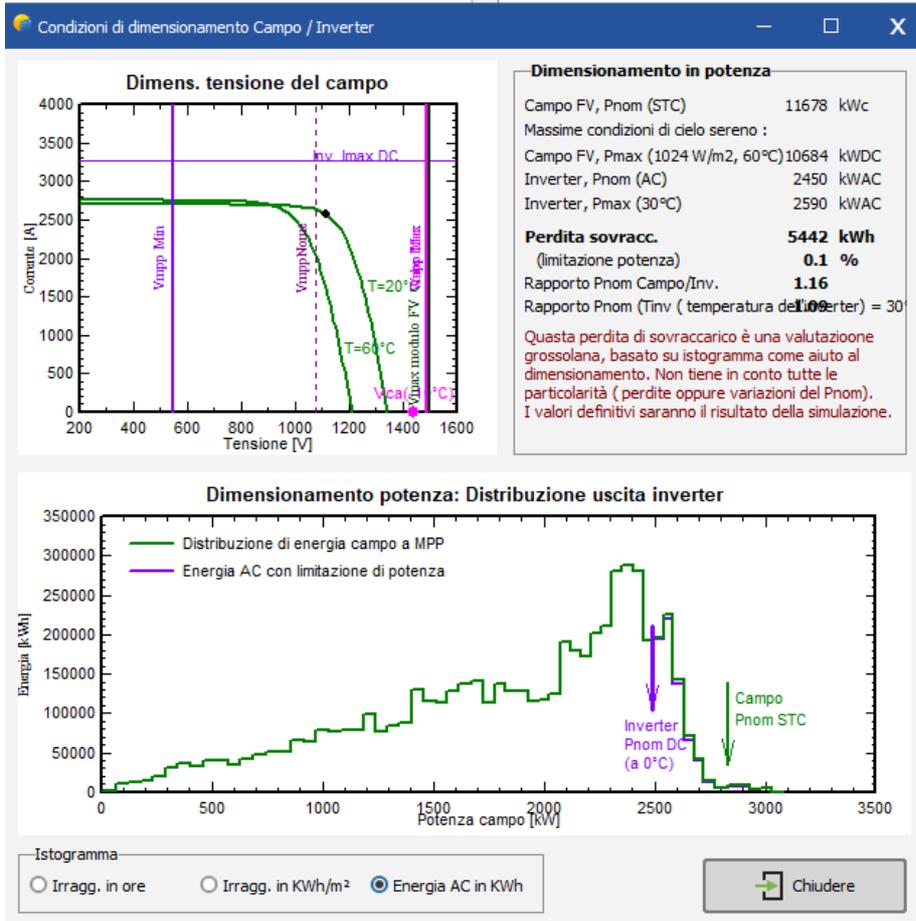
PD-A.9

TITOLO ELABORATO

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti

PAGINA

55





SMARTENERGYIT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

PD-A.9

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti

56

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	TIPOLOGIA INVERTER	Strighe Parallelle	Taglia interruttore [A]	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [kW]	Corrente nominale [A]	Portata nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Resistenza a cavo [Ω]	Potenza reattiva [kVAr]	ΔV %	ΔV % stringa (Worst case)	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Ap %	Ap kW
SOTTOCAMPO ITS2	1.1	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	150	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0234	0,012	73,066	0,95%	1,00%	1,951%	2,007	0,90%	2,007
	1.2	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	121	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0189	0,010	73,066	0,77%	1,00%	1,768%	1,619	0,73%	1,619
	1.3	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	92,5	177,840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0144	0,007	58,453	0,47%	1,00%	1,469%	0,792	0,45%	0,792
	1.4	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	64	177,840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0100	0,005	58,453	0,32%	1,00%	1,325%	0,546	0,31%	0,546
	1.5	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	58,5	177,840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0091	0,005	58,453	0,30%	1,00%	1,297%	0,501	0,28%	0,501
	1.6	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	84	177,840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0131	0,007	58,453	0,43%	1,00%	1,426%	0,719	0,40%	0,719
	1.7	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	109,5	177,840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0171	0,009	58,453	0,56%	1,00%	1,556%	0,938	0,53%	0,938
	1.8	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	103	177,840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0161	0,008	58,453	0,52%	1,00%	1,523%	0,882	0,50%	0,882
	1.9	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	14	160	3x1x150	71,5	207,480	157,80	313	2	0,864	270,43	58%	0,0112	0,006	68,195	0,42%	1,00%	1,423%	0,833	0,40%	0,833
	1.10	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	66,5	222,300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0104	0,005	73,066	0,42%	1,00%	1,422%	0,880	0,40%	0,880
	1.11	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	84,5	222,300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0132	0,007	73,066	0,54%	1,00%	1,536%	1,130	0,51%	1,130
	1.12	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	109	222,300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0170	0,009	73,066	0,69%	1,00%	1,691%	1,458	0,66%	1,458
	1.13	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	132,5	222,300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0207	0,011	73,066	0,84%	1,00%	1,840%	1,773	0,80%	1,773
	1.14	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	156,5	222,300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0244	0,013	73,066	0,99%	1,00%	1,983%	2,094	0,94%	2,094
	1.15	ITS2	HUAWUEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	175,5	222,300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0274	0,014	73,066	1,11%	1,00%	2,113%	2,348	1,06%	2,348

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	57

6.8.3. CAMPO PS3

Il campo denominato PS3 si compone di 15 sottocampi, a ciascuno dei quali corrisponde un inverter da 185 kW e il relativo string box.

Pertanto, il campo risulta così composto.

CAMPO	INVERTER - STRING BOX	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo	N. Moduli per inverter	Potenza ingresso inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC	POTENZA TRAFIO	Rapporto di utilizzo trafo BT/MT
ITS3	3.1	ZONA 3	13	199	151,5	338	192,66	185	1,041	2949,18	2775	2500	111,0%
	3.2	ZONA 3	12		127	312	177,84	185	0,961				
	3.3	ZONA 3	12		103	312	177,84	185	0,961				
	3.4	ZONA 3	15		74,5	390	222,3	185	1,202				
	3.5	ZONA 3	15		70,5	390	222,3	185	1,202				
	3.6	ZONA 3	15		101,5	390	222,3	185	1,202				
	3.7	ZONA 3	14		175	364	207,48	185	1,122				
	3.8	ZONA 3	12		227,5	312	177,84	185	0,961				
	3.9	ZONA 3	13		204,5	338	192,66	185	1,041				
	3.10	ZONA 3	12		245	312	177,84	185	0,961				
	3.11	ZONA 3	12		518,5	312	177,84	185	0,961				
	3.12	ZONA 3	12		490	312	177,84	185	0,961				
	3.13	ZONA 3	12		467	312	177,84	185	0,961				
	3.14	ZONA 3	15		444	390	222,3	185	1,202				
	3.15	ZONA 3	15		411,5	390	222,3	185	1,202				

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C maggiore di V _{mppt} min.	VERIFICATO
V _m a 0 °C minore di V _{mppt} max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSystem, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)



SMARTENERGYT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo

CODICE DOCUMENTO

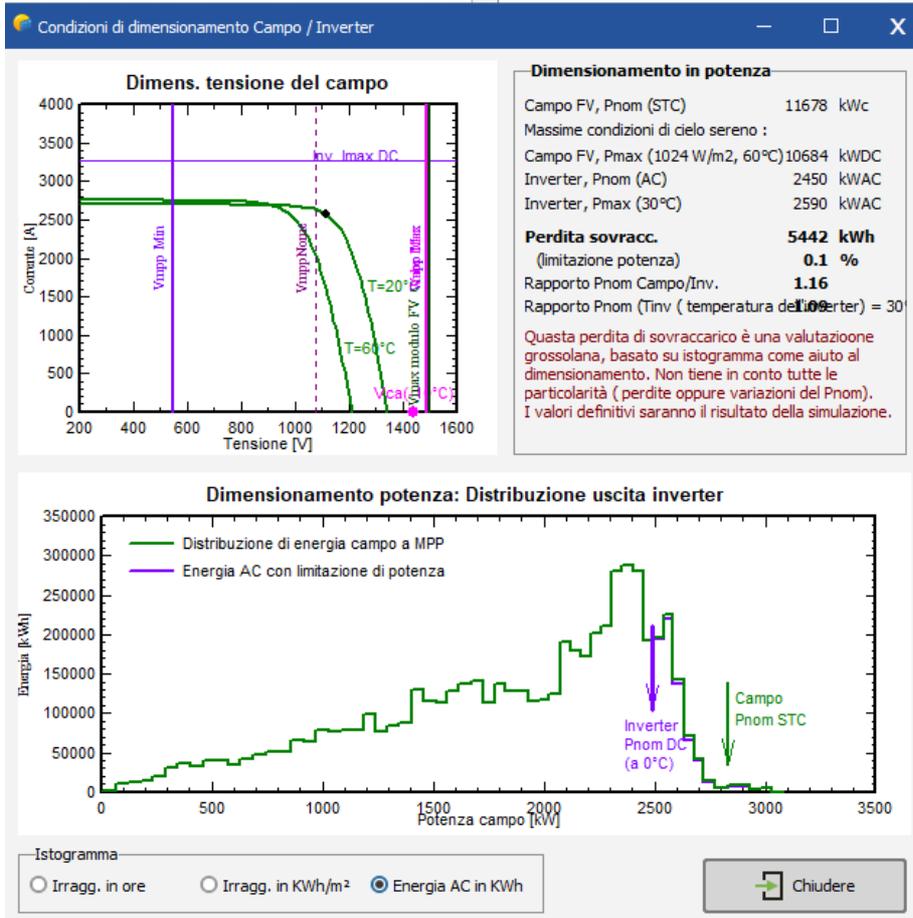
PD-A.9

TITOLO ELABORATO

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti

PAGINA

58





SMARTENERGYIT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

PD-A.9

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti

59

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	TIPOLOGIA INVERTER	Stripline Parallele	Taglia interruttore [A]	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [kW]	Corrente nominale [A]	Portata nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Resistanza a cavo [Ω]	Potenza reattiva [kVAR]	AV %	AV % stringa (Worst case)	AV % cumulato	Potenza persa [kW]	Ap %	Ap kW
SOTTOCAMPO ITSS	1.1	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	151,5	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0236	0,012	73,066	0,916%	1,00%	1,961%	2,027	0,91%	2,027
	1.2	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	127	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0198	0,010	73,066	0,81%	1,00%	1,806%	1,699	0,76%	1,699
	1.3	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	103	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0161	0,008	58,453	0,52%	1,00%	1,523%	0,882	0,50%	0,882
	1.4	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	74,5	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0116	0,006	58,453	0,38%	1,00%	1,378%	0,638	0,36%	0,638
	1.5	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	70,5	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0110	0,006	58,453	0,36%	1,00%	1,358%	0,604	0,34%	0,604
	1.6	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	101,5	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0158	0,008	58,453	0,52%	1,00%	1,515%	0,869	0,49%	0,869
	1.7	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	175	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0273	0,014	58,453	0,89%	1,00%	1,888%	1,498	0,84%	1,498
	1.8	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	227,5	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0355	0,018	58,453	1,15%	1,00%	2,154%	1,948	1,10%	1,948
	1.9	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	14	160	3x1x150	204,5	207.480	157,80	313	2	0,864	270,43	58%	0,0319	0,017	68,195	1,21%	1,00%	2,211%	2,383	1,15%	2,383
	1.10	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	245	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0382	0,020	73,066	1,55%	1,00%	2,554%	3,278	1,47%	3,278
	1.11	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x240	518,5	222.300	169,08	413	2	0,864	356,83	47%	0,0513	0,041	73,066	2,26%	1,00%	3,257%	4,402	1,98%	4,402
	1.12	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x240	490	222.300	169,08	413	2	0,864	356,83	47%	0,0485	0,039	73,066	2,13%	1,00%	3,132%	4,160	1,87%	4,160
	1.13	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x240	467	222.300	169,08	413	2	0,864	356,83	47%	0,0462	0,037	73,066	2,03%	1,00%	3,032%	3,965	1,78%	3,965
	1.14	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x165	444	222.300	169,08	350	2	0,864	302,40	56%	0,0573	0,036	73,066	2,40%	1,00%	3,400%	4,912	2,21%	4,912
	1.15	ITSS	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x165	411,5	222.300	169,08	350	2	0,864	302,40	56%	0,0531	0,033	73,066	2,22%	1,00%	3,224%	4,552	2,05%	4,552

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	60

6.8.4. CAMPO PS4

Il campo denominato PS4 si compone di 14 sottocampi, a ciascuno dei quali corrisponde un inverter da 185 kW e il relativo string box.

Pertanto, il campo risulta così composto.

CAMPO	INVERTER - STRING BOX	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo	N. Moduli per inverter	Potenza ingresso inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC	POTENZA TRAFO	Rapporto di utilizzo trafo BT/MT
ITS4	4.1	ZONA 4	14	189	86	364	207,48	185	1,122	2800,98	2590	2500	103,6%
	4.2	ZONA 4	12		184,5	312	177,84	185	0,961				
	4.3	ZONA 4	15		206,5	390	222,3	185	1,202				
	4.4	ZONA 4	15		155	390	222,3	185	1,202				
	4.5	ZONA 4	15		154,5	390	222,3	185	1,202				
	4.6	ZONA 4	12		206	312	177,84	185	0,961				
	4.7	ZONA 4	12		247	312	177,84	185	0,961				
	4.8	ZONA 4	12		288,5	312	177,84	185	0,961				
	4.9	ZONA 4	12		330	312	177,84	185	0,961				
	4.10	ZONA 4	12		371,5	312	177,84	185	0,961				
	4.11	ZONA 4	15		412,5	390	222,3	185	1,202				
	4.12	ZONA 4	15		196	390	222,3	185	1,202				
	4.13	ZONA 4	15		144,5	390	222,3	185	1,202				
	4.14	ZONA 4	13		103,5	338	192,66	185	1,041				
TOTALI			788			20488	11678,16	10730		11678,16			

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C maggiore di V _{mppt} min.	VERIFICATO
V _m a 0 °C minore di V _{mppt} max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)



SMARTENERGYIT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro
(AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione
pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo

CODICE DOCUMENTO

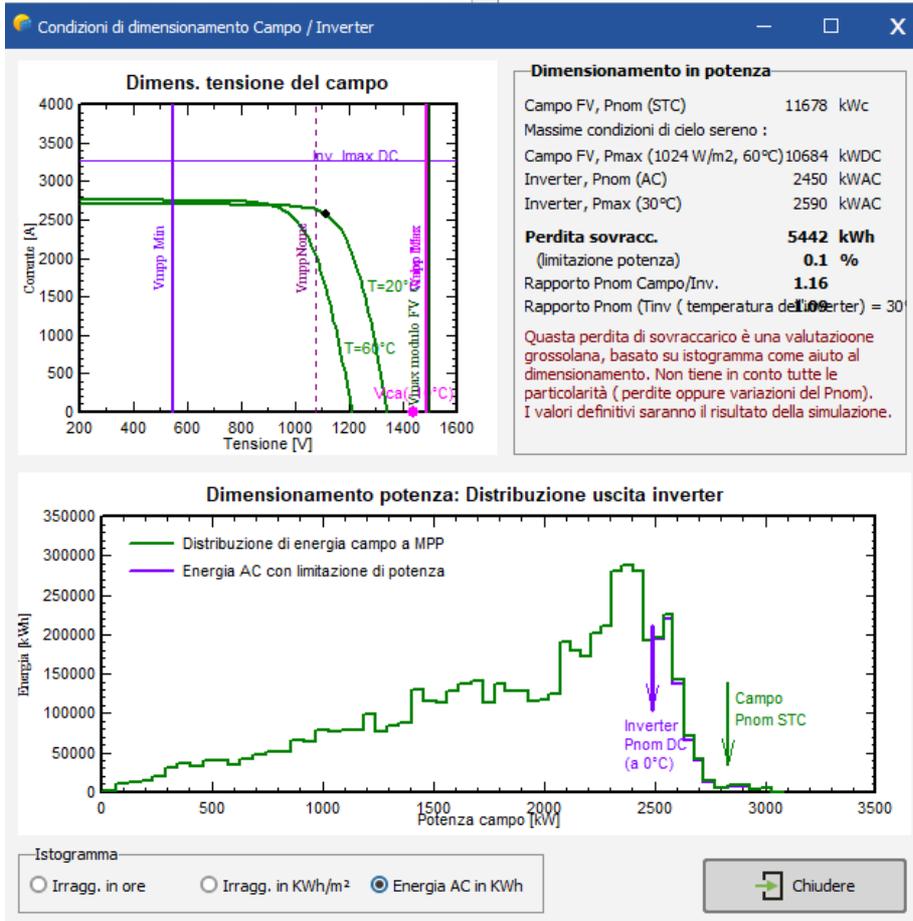
TITOLO ELABORATO

PAGINA

PD-A.9

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli
impianti

61





SMARTENERGYIT2109 S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

PD-A.9

Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti

62

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	TIPOLOGIA INVERTER	Stringhe Parallelo	Taglia interruzione [A]	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [kW]	Corrente nominale [A]	Posità cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Posità cavo corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanz a cavo [Ω]	Potenz reattiva [kVar]	ΔV %	ΔV % stringa (Worst case)	ΔV % cumulato	Potenz persa [kW]	Ap %	Ap kW
SOTTOCAMPO ITS4	1.1	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x165	86	222.300	169,08	350	2	0,864	302,40	56%	0,0111	0,007	73,066	0,46%	1,00%	1,465%	0,951	0,43%	0,951
	1.2	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	184,5	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0288	0,015	73,066	1,17%	1,00%	2,170%	2,468	1,11%	2,468
	1.3	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	206,5	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0322	0,017	56,453	1,05%	1,00%	2,048%	1,768	0,99%	1,768
	1.4	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	155	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0242	0,013	56,453	0,79%	1,00%	1,787%	1,327	0,75%	1,327
	1.5	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	154,5	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0241	0,013	56,453	0,78%	1,00%	1,784%	1,323	0,74%	1,323
	1.6	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	208	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0321	0,017	56,453	1,05%	1,00%	2,045%	1,764	0,99%	1,764
	1.7	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	247	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0385	0,020	56,453	1,25%	1,00%	2,253%	2,115	1,19%	2,115
	1.8	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	12	160	3x1x150	288,5	177.840	135,26	313	2	0,864	270,43	50%	0,0450	0,023	56,453	1,46%	1,00%	2,464%	2,470	1,39%	2,470
	1.9	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	14	160	3x1x150	330	207.480	157,80	313	2	0,864	270,43	58%	0,0515	0,027	68,195	1,95%	1,00%	2,954%	3,846	1,85%	3,846
	1.10	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	371,5	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0580	0,030	73,066	2,36%	1,00%	3,357%	4,970	2,24%	4,970
	1.11	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x165	412,5	222.300	169,08	350	2	0,864	302,40	56%	0,0532	0,033	73,066	2,23%	1,00%	3,230%	4,563	2,05%	4,563
	1.12	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	196	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0306	0,016	73,066	1,24%	1,00%	2,243%	2,622	1,18%	2,622
	1.13	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	144,5	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0225	0,012	73,066	0,92%	1,00%	1,917%	1,933	0,87%	1,933
	1.14	ITS4	HUAW/UEI SUN2000-185KTL-H1	15	160	3x1x150	103,5	222.300	169,08	313	2	0,864	270,43	63%	0,0161	0,008	73,066	0,66%	1,00%	1,657%	1,385	0,62%	1,385

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	63

7. DATASHEET

7.1. MODULI FOTOVOLTAICI

Tiger Neo N-type

72HL4-BDV

550-570 Watt

BIFACIAL MODULE WITH DUAL GLASS

N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

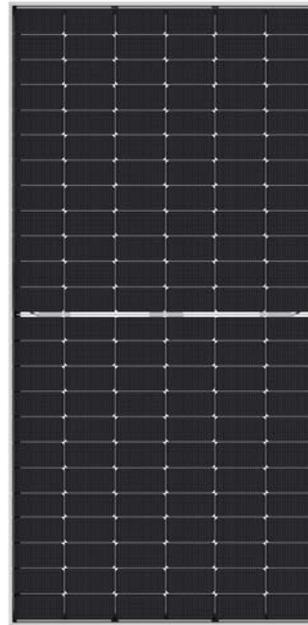
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



Key Features



SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.



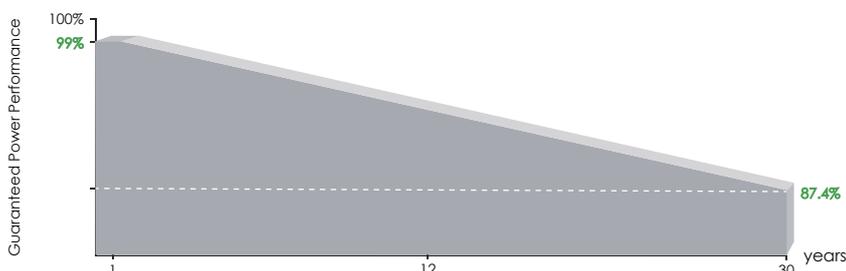
Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



POSITIVE QUALITY™
Continuous Quality Assurance

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

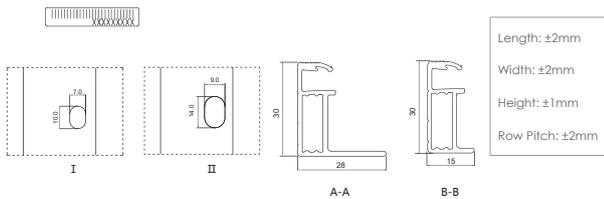
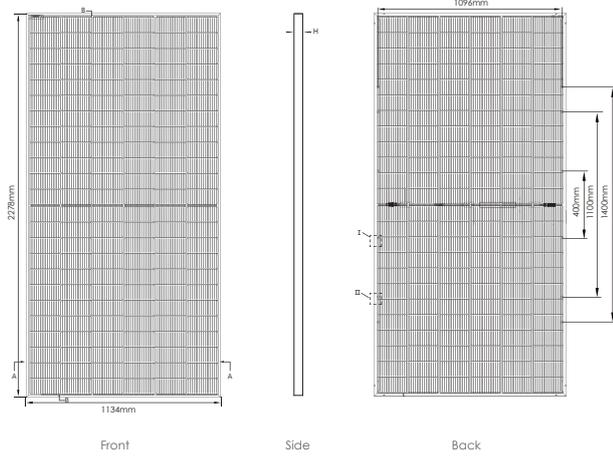


12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

Engineering Drawings



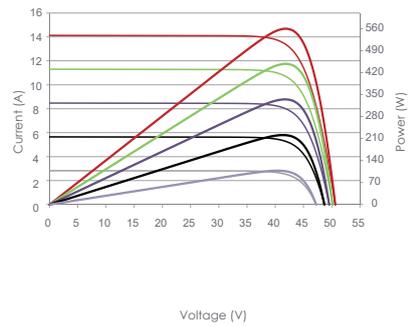
Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

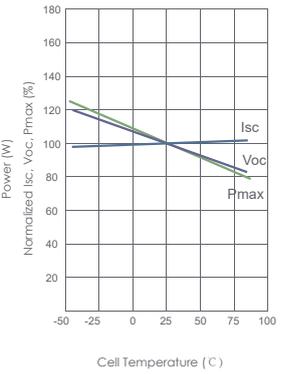
36pcs/pallets, 72pcs/stack, 720pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence

Current-Voltage & Power-Voltage Curves (560W)



Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax



Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (2×72)
Dimensions	2278×1134×30mm (89.69×44.65×1.18 inch)
Weight	32 kg (70.55 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM550N-72HL4-BDV		JKM555N-72HL4-BDV		JKM560N-72HL4-BDV		JKM565N-72HL4-BDV		JKM570N-72HL4-BDV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	550Wp	414Wp	555Wp	417Wp	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.58V	39.13V	41.77V	39.26V	41.95V	39.39V	42.14V	39.52V	42.29V	39.65V
Maximum Power Current (Imp)	13.23A	10.57A	13.29A	10.63A	13.35A	10.69A	13.41A	10.75A	13.48A	10.81A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.27V	47.75V	50.47V	47.94V	50.67V	48.13V	50.87V	48.32V	51.07V	48.51V
Short-circuit Current (Isc)	14.01A	11.31A	14.07A	11.36A	14.13A	11.41A	14.19A	11.46A	14.25A	11.50A
Module Efficiency STC (%)	21.29%		21.48%		21.68%		21.87%		22.07%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

		5%		15%		25%	
		Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)
		578Wp	22.36%	633Wp	24.48%	688Wp	26.61%
		583Wp	22.56%	638Wp	24.71%	694Wp	26.86%
		588Wp	22.77%	644Wp	24.93%	700Wp	27.10%
		593Wp	22.97%	650Wp	25.15%	706Wp	27.34%
		599Wp	23.17%	656Wp	25.37%	713Wp	27.58%

*STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAIO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	70

7.2. INVERTER

SUN2000-185KTL-H1

Smart String Inverter



9
MPP Trackers



99.0%
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve
Diagnosis Supported



MBUS
Supported



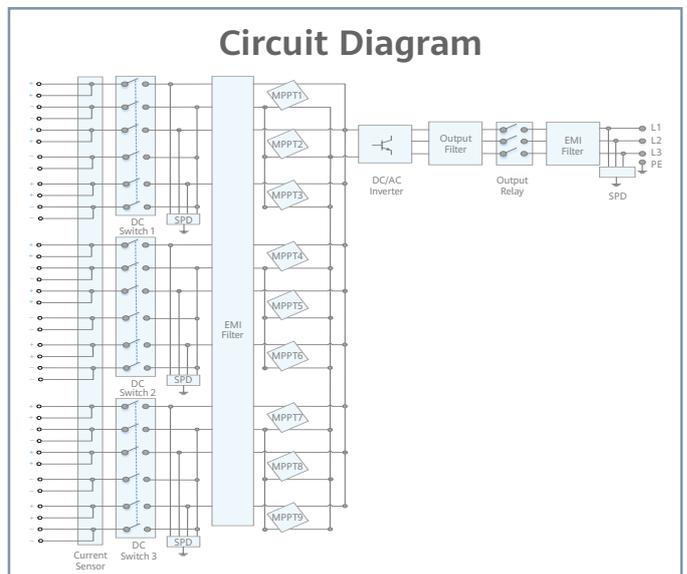
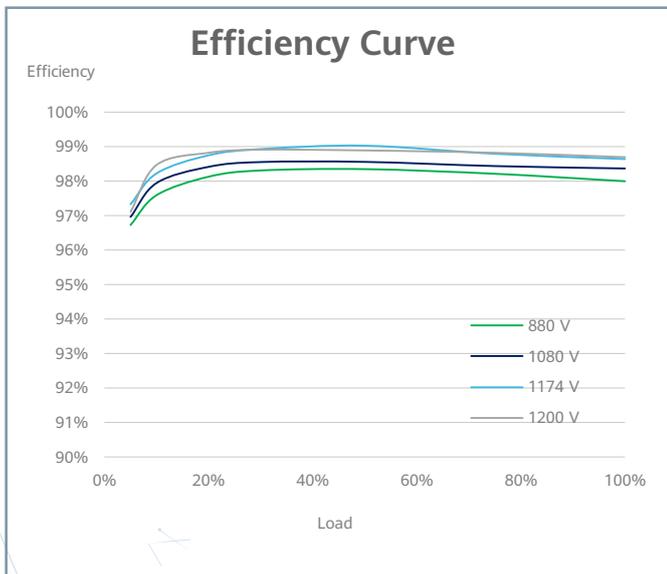
Fuse Free
Design



Surge Arresters
for DC & AC



IP66
Protection



Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.69%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	175,000 W @40°C, 168,000 W @45°C, 160,000 W @50°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	185,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	126.3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	84 kg (185.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificates	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAIO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	73

7.3. CAVI MT

Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche
Power - Ground and/or wind farm applications



ARP1H5(AR)E *P-Laser* **AIR BAG™**
CABLE SYSTEM
Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV / Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Standard
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

Isolante

Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)

Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igroresistente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (R_{max} 3Ω/Km)

Protezione meccanica

Materiale Polimerico (Air Bag)

Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Marcatura

PRYSMIAN (**) ARP1H5(AR)E <tensione> <sezione> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro

Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Temperatura di sovraccarico massima 140°C

Coefficiente K per temperature di cortocircuito di 300°C: K = 100
N.B. Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2

Accessori idonei

Terminali

ELTI-1C (pag. 123), ELTO-1C (pag. 126), FMCS 250 (pag. 136),

FMCE (pag. 138), FMCTS-400 (pag. 140),

FMCTXs-630/C (pag. 144)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 148)

Cable design

Core

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied (R_{max} 3Ω/Km)

Mechanical protection

Polymeric material (Air Bag)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (**) ARP1H5(AR)E <rated voltage> <cross-section> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter

Ink-jet meter marking

Applications

Overload maximum temperature 140°C

K coefficient for short-circuit temperatures at 300°C: K = 100
N.B. According to HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics

Suitable accessories

Terminations

ELTI-1C (pag. 123), ELTO-1C (pag. 126), FMCS 250 (pag. 136),

FMCE (pag. 138), FMCTS-400 (pag. 140),

FMCTXs-630/C (pag. 144)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 148)

TEMPERATURA FUNZIONAMENTO / OPERATING TEMPERATURE

105°C

TEMPERATURA CORTOCIRCUITO / SHORT-CIRCUIT TEMPERATURE

300°C

RIGIDO / RIGID



Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA MIN. DI POSA -25 °C / MINIMUM INSTALLATION TEMPERATURE -25 °C



CANALE INTERRATO / BURIED TROUGH



TUBO INTERRATO / BURIED DUCT



DIRETTAMENTE INTERRATO / DIRECTLY BURIED



ARIA LIBERA / OPEN AIR



INTERRATO CON PROTEZIONE / BURIED WITH PROTECTION



Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche
Power - Ground and/or wind farm applications

ARP1H5(AR)E *P-Laser* **AIR BAG™**
CABLE SYSTEM

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV / Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation trefoil	underground installation trefoil p=1 °C m/W	underground installation trefoil p=2 °C m/W
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	18,0	31	720	440
70	9,7	19,1	32	810	450
95	11,4	20,6	34	920	480
120	12,9	22,1	35	1040	490
150	14,0	23,4	37	1150	520
185	15,8	25,6	39	1330	550
240	18,2	27,8	41	1570	580
300	20,8	31,0	45	1840	630
400	23,8	34,9	49	2310	690
500	26,7	37,1	52	2720	730
630	30,5	41,5	57	3300	800

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	193	173	129
70	240	213	157
95	292	255	190
120	338	291	217
150	381	325	243
185	439	369	276
240	520	430	321
300	601	487	363
400	703	558	417
500	816	637	476
630	949	726	542

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	24,8	38	1060	540
70	9,7	25,1	38	1110	550
95	11,4	26,0	39	1200	560
120	12,9	26,9	40	1300	580
150	14,0	27,6	41	1390	580
185	15,8	29,0	42	1540	610
240	18,2	31,4	45	1790	630
300	20,8	34,6	49	2160	690
400	23,8	37,8	53	2570	750
500	26,7	40,9	56	3020	790
630	30,5	45,5	61	3640	860

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	195	173	129
70	242	212	158
95	293	254	190
120	339	290	217
150	382	324	242
185	439	368	275
240	519	428	320
300	599	486	363
400	700	557	416
500	812	636	475
630	943	725	541

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAIO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	76

7.4. CAVI BT

FG16R16 0,6/1 kV G16TOP

Cca - s3, d1, a3



In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR
According to the requirements of the European Construction Product Regulation CPR

Norma di riferimento CEI UNEL 35318

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

Isolante

Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

Colori delle anime

● nero

Rivestimento interno

Riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico

Guaina

In PVC speciale di qualità R16, colore grigio

Marcatura

Stampigliatura ad inchiostro ogni 1 m:

PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...

Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP anno

Marcatura metrica progressiva

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea
Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

Applicazioni

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Per ulteriori dettagli fare riferimento alla Norma CEI 20-67 "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Adatti per alimentazione e trasporto di energia nell'industria/artigianato e dell'edilizia residenziale.

Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari. Possono essere direttamente interrati.

Standard

CEI UNEL 35318

Cable design

Core

Stranded flexible annealed bare copper conductor

Insulation

High module HEPR rubber G16 type with higher electrical, mechanical and thermal performances

Core identification

● black

Bedding

Filler/sheath non hygroscopic material

Sheath

Special PVC grey outer sheath, R16 type grey colour

Marking

Ink marking each meter interval on the outer sheath:

PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...

Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP year

Progressive metric marking

Compliant with the requirements of European
Construction Product Regulation (CPR UE 305/11)

Applications

Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

For further details, please refer to CEI 20-67 standard "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

For supply and feeding of power in industry, public applications and residential buildings. Suitable for fixed installation both indoor and outdoor, on cable trays, in pipe, conduits or similar systems.

Can be directly buried.

TEMPERATURA
FUNZIONAMENTO /
OPERATING
TEMPERATURE



TEMPERATURA
CORTOCIRCUITO /
SHORT-CIRCUIT
TEMPERATURE



UE 305/11
CPR



FLESSIBILE /
FLEXIBLE



Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA
MIN. DI POSA 0°C /
MINIMUM
INSTALLATION
TEMPERATURE 0°C



TUBO
O CANALINA
IN ARIA /
DUCT OR
CABLE TRAY



CANALE
INTERRATO /
BURIED TROUGH



TUBO
INTERRATO /
BURIED DUCT



ARIA LIBERA /
OPEN AIR



INTERRATO CON
PROTEZIONE /
BURIED
WITH PROTECTION



FG16R16 0,6/1 kV G16TOP



FG16R16

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di				raggio minimo di curvatura	
<i>conductor cross-section</i>	<i>approximate conductor diameter</i>	<i>average insulation thickness</i>	<i>maximum outer diameter</i>	<i>approx. weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	<i>in open air at 30 °C</i>	<i>30 °C in tubo in aria</i>	<i>permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C</i>				<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	(mm)

1 conduttore / Single core - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	8,2	79	13,3	24	20	22	21	35	32	74
2,5	2	0,7	8,7	94	7,98	33	28	29	27	45	39	78
4,0	2,5	0,7	9,3	112	4,95	45	37	37	35	58	51	84
6,0	3	0,7	9,9	139	3,30	58	48	47	44	73	64	89
10,0	3,9	0,7	10,9	188	1,91	80	66	63	59	97	85	98
16,0	5	0,7	11,4	227	1,21	107	88	82	77	125	110	103
25,0	6,4	0,9	13,2	331	0,780	135	117	108	100	160	141	119
35,0	7,7	0,9	14,6	425	0,554	169	144	132	121	191	169	131
50,0	9,2	1,0	16,4	579	0,386	207	175	166	150	226	199	148
70,0	11,0	1,1	17,3	784	0,272	268	222	204	184	277	244	156
95,0	12,5	1,1	24,4	989	0,206	328	269	242	217	331	292	220
120,0	14,2	1,2	22,4	1250	0,161	383	312	274	251	377	332	202
150,0	15,8	1,4	24,8	1540	0,129	444	355	324	287	420	370	223
185,0	17,5	1,6	27,2	1890	0,106	510	417	364	323	476	419	245
240,0	20,1	1,7	30,4	2410	0,0801	607	490	427	379	550	484	274
300,0	22,5	1,8	33,0	3030	0,0641	703	-	484	429	620	546	297

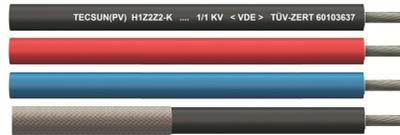
Note / Notes:

Le portate dei cavi unipolari sono state calcolate per tre cavi a trifoglio.
 Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.
Current carrying capacities for single core cables are calculated assuming three cables laying in trefoil formation.
Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.

 SMARTENERGYIT2109 S.R.L.	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAIO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Cummo		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	PD-A.9	Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	79

7.5. CAVI CC

TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



Application

PRYSMIAN Solar cables TECSUN (PV) H1Z2Z2-K acc. to EN 50618, are intended for use in Photovoltaic Power Supply Systems at nominal voltage rate up to 1,5/1,5kV DC. They are suitable for applications indoor and/or outdoor, in industrial and agriculture fields, in/at equipment with protective insulation (Protecting Class II), in explosion hazard areas (PRYSMIAN Internal Testing). They may be installed fixed, freely suspended or free movable, in cable trays, conduits, on and in walls. TECSUN(PV) H1Z2Z2-K cables are suitable for direct burial (PRYSMIAN Internal Testing), where the corresponding guidelines for direct burial shall be considered.

Global data

Brand	TECSUN(PV)
Type designation	H1Z2Z2-K
Standard	DIN EN 50618
Certifications / Approvals	VDE Approval Mark (<VDE>); TÜV-Certificate nr. 60103637

Notes on installation

Notes on installation Thanks to more than 10 years of positive experience with direct burial, not only according to the internal tests performed, but also to the successful installation in PV plants worldwide, the TECSUN(PV) cables are suitable for direct burial in ground (PRYSMIAN Internal Testing). The corresponding installation guidelines shall be taken in consideration.

Design features

Conductor	Electrolytic tinned copper, finely stranded class 5 in accordance with IEC 60228
Insulation	Cross-linked HEPR 120°C
Outer sheath	Cross-linked EVA rubber 120°C. Insulation and sheath are solidly bonded (Two-layer-insulation)
Outer Sheath Colour	Black, blue, red
Protective Braid Screen	TECSUN(PV) (C) with additional braid made of tinned copper wires (surface coverage > 80%), as a protective element against rodents or impact

Electrical parameters

Rated voltage	DC: 1,5/1,5 kV AC: 1,0/1,0 kV
Max. permissible operating voltage AC	1.2/1.2 kV
Max. permissible operating voltage DC	1.8/1.8 kV
Test voltage	AC: 6,5 kV / DC: 15 kV (5 Min.)
Current Carrying Capacity description	According to EN 50618, Table A-3
Electrical Tests	Acc. to EN 50618, Table 2: <ul style="list-style-type: none"> • Conductor Resistance; • Voltage Test on completed cable (AC and DC); • Spark Test on insulation; Insulation Resistance (at 20°C and 90°C in water); • Insulation Long-Term Resistance to DC (10 days, in 85°C water, 1,8 kV DC); • Surface Resistance of Sheath. PRYSMIAN internal test: <ul style="list-style-type: none"> • Dielectric Strength; • Insulation Resistance at 120°C in air.

TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



Chemical parameters

Reaction to fire	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Single Cable Flame Test per EN 60332-1-2; • Low Smoke Emission per EN 61034-2 (Light Transmittance > 70%); • Halogen-free per EN 50525-1, Annex B. <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiple Cable Flame Test per EN 50305-9; • Low Toxicity per EN 50305 (ITC < 3).
Resistance to oil	<p>PRYSMIAN internal test, on sheath:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 24h, 100°C (meets VDE 0473-811-404, EN 60811-404).
Weather resistance	<p>Acc. to EN 50618, Annex E and Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UV Resistance on sheath: tensile strength and elongation at break after 720h (360 Cycles) of exposure to UV lights acc. to EN 50289-4-17, Method A; • Ozone resistance: per Test Type B (DIN EN 50396). <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Water Absorption (Gravimetric) per DIN EN 60811-402.
Acid and alkaline resistance	<p>Acc. to EN 50618, Annex B:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7 days, 23°C (N-Oxalic Acid, N-Sodium Hydroxide) acc. to EN 60811-404.
Ammonia Resistance	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 days in Saturated Ammonia Atmosphere.
Environmentally Friendly	<p>TECSUN(PV) cables comply with the RoHS directive 2011/65/EU of the European Union.</p>

Thermal parameters

Max. operating temperature of the conductor	<p>Max. 90°C at conductor (lifetime acc. to Arrhenius-Diagram TECSUN = 30 years). 20.000 hours of operation at conductor temperature of 120°C (and 90°C ambient temperature) are permitted.</p>
Max. short circuit temperature of the conductor	<p>250 °C (5 s.)</p>
Ambient temperature (for fixed and flexible installation)	<p>Installation and handling: -25°C up to 60°C In operation: -40°C up to +90°C</p>
Resistance to cold	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cold Bending Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-504; • Cold Elongation Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-505; • Cold Impact Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-506 and EN 50618 Annex C.
Damp-Heat Test	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1.000h at 90°C and 85% humidity (test acc. to EN 60068-2-78).

Mechanical parameters

Max. tensile load	<p>15 N/mm² in operation, 50 N/mm² during installation</p>
Min. bending radius	<p>Acc. to EN 50565-1</p>
Abrasion resistance	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acc. to DIN ISO 4649 against abrasive paper; • Sheath against sheath; • Sheath against metal; • Sheath against plastics.
Shrinkage Test	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximum Shrinkage <2% (test acc. to EN 60811-503).
Pressure Test at High Temperature	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <50% acc. to EN 60811-508.
Dynamic Penetration Test	<p>Acc. to EN 50618, Annex D:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meets requirements of EN 50618.
Shore-Hardness	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Type A: 85 acc. to DIN EN ISO 868
Durability of Print	<p>Acc. to EN 50618:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Test acc. to EN 50396.
Rodent resistance	<p>Safety can be optimized by utilizing protective hoses, or protective element, such as a metallic screen braid.</p>

Number of cores x cross section	Colour	Part number	Conductor diameter max. mm	Outer diameter min. mm	Outer diameter max. mm	Bending radius fixed min. mm	Weight (approx.) kg/km	Permissible tensile force max. N	Conductor resistance at 20°C max. Ω/km	Current carrying capacity for single cable free in air (60°C ambient temp.) A	Current carrying capacity for single cable on a surface (60°C ambient temp.) A	Short Circuit Current (1s. from 90°C to 250°C) kA
1x1,5	black	20154830	1.6	4.4	5	15	35	23	13.7	30	29	0.21
1x2,5	black	20154650	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x2,5	red	20167176	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x2,5	blue	20167177	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x4	black	20149014	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x4	red	20165491	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x4	blue	20165492	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x6	black	20149015	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x6	red	20165493	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x6	blue	20165494	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x10	black	20149016	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x10	red	20165495	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x10	blue	20165496	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x16	black	20154857	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x16	red	20167178	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x16	blue	20167179	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x25	black	20154858	6.4	10.3	11.2	34	290	375	0.795	176	167	3.58
1x35	black	20154859	7.5	11.7	12.5	50	400	525	0.565	218	207	5.01
1x50	black	20154860	9	13.5	14.5	58	560	750	0.393	276	262	7.15
1x70	black	20156711	10.8	15.5	16.5	66	750	1050	0.277	347	330	10.01
1x95	black	20156712	12.6	17.7	18.7	75	970	1425	0.21	416	395	13.59
1x120	black	20156713	14.2	19.2	20.4	82	1220	1800	0.164	488	464	17.16
1x150	black	20156714	15.8	21.4	22.6	91	1500	2250	0.132	566	538	21.45
1x185	black	20153870	17.4	23.7	25.1	101	1840	2775	0.108	644	612	26.46
1x240	black	20157001	20.4	27.1	28.5	114	2400	3600	0.082	775	736	34.32
TECSUN(PV) (C) H1Z2Z2-K												
1x4 (C)	black		2.4	6	6.6	26.4	90		5.09	55	52	0.57
1x6 (C)	black		2.9	6.5	7.1	28.4	110		3.39	70	67	0.86

Standard delivery length is 500mt. Other lengths are available on request.
All cross sections are also available in red and blue colors.