



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
Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico		<b>PD-A.11</b>	<b>0</b>
Scala		Denominazione elaborato	
-			

### PROGETTAZIONE DELLE OPERE

<b>Progettista incaricato</b>  <b>SUNNERG Development s.r.l.</b> Ing. Massimiliano Cecconi SUNNERG DEVELOPMENT s.r.l. Via San Pietro all'Orto, 10 - 20121 (MI) P.IVA 11085630967 PEC sunnergdevelopment@legalmail.it <i>Administratore Unico</i>		<b>Consulenza Geologica</b>  <b>GEOINGEGNERIA S.E.T. srls</b> Via Marconi n.127 91014 Castellammare del Golfo (TP) P.IVA 02806000812 Dott. Geol. Antonino Cacioppo	
<b>Progettazione civile ed inserimento ambientale</b> Ing Vincenzo Agosta 	<b>Consulenza Agronomo</b> Dott. Agr. Vito Mazzara 	<b>Consulenza Progettazione elettrica</b> <b>A176 LAB</b> Think different project <b>A176LAB srl</b> Via Dante Alighieri n.97 91011 Alcamo (TP) P.IVA 02812750814 Ing. Giovanni Gabellone 	

### COMMITTENTE:

		<b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b> 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

E' vietata ai sensi di legge la divulgazione e la riproduzione del presente documento senza la preventiva autorizzazione

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico	<b>2</b>

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. SCHEMA GENERALE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>4</b>
2.1. <i>DATI GENERALI IMPIANTO.....</i>	<i>4</i>
2.2. <i>CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....</i>	<i>6</i>
<b>3. CALCOLO PRODUCIBILITA'.....</b>	<b>9</b>
3.1. <i>SOFTWARE UTILIZZATO.....</i>	<i>9</i>
3.2. <i>RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA SU BASE GIORNALIERA.....</i>	<i>9</i>
<b>3.3 PERDITE DEL SISTEMA.....</b>	<b>12</b>
3.3.1. <i>PERDITE PER OMBREGGIAMENTO.....</i>	<i>12</i>
3.3.2. <i>PERDITE PER BASSO IRRAGGIAMENTO.....</i>	<i>12</i>
3.3.3. <i>PERDITE PER TEMPERATURA.....</i>	<i>13</i>
3.3.4. <i>PERDITE PER QUALITA' DEL MODULO FOTOVOLTAICO.....</i>	<i>13</i>
3.3.5. <i>PERDITE PER MISMATCH DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO.....</i>	<i>14</i>
3.3.6. <i>DEGRADO DELLE PRESTAZIONI DEI MODULI FOTOVOLTAICI.....</i>	<i>14</i>
3.3.7. <i>PERDITE OHMICHE DI CABLAGGIO.....</i>	<i>15</i>
3.3.8. <i>PERDITE DI SISTEMA DI CONVERSIONE.....</i>	<i>15</i>
3.3.9. <i>PERDITE SUI CIRCUITI IN CORRENTE ALTERNATA.....</i>	<i>15</i>
3.3.10. <i>PERDITE SUI TRASFORMATORI MT/BT.....</i>	<i>16</i>
3.3.11. <i>DISPONIBILITA' DI ESERCIZIO.....</i>	<i>16</i>
3.3.12. <i>CONSUMI AUSILLARI.....</i>	<i>17</i>
<b>3.4. PRODUCIBILITA' DEL SISTEMA.....</b>	<b>18</b>
<b>4. ALLEGATO: REPORT PVSYSY.....</b>	<b>19</b>

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto  fotovoltaico</b>	<b>3</b>

## 1. PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, 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 dei Comune di Naro (AG), nonché delle relative opere di connessione alla rete di media tensione, ricadenti nei comuni di Naro (AG) e Canicattì (AG).

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra su strutture ad inseguimento monoassiale (trackers), articolato in due lotti di terreno limitrofi, per una potenza complessiva di 11,67 MW, suddiviso in più campi collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione.

**Scopo della presente relazione è quello di illustrare il calcolo della producibilità dell'impianto.**

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>4</b>

## 2. SCHEMA GENERALE DELL'IMPIANTO

### 2.1. 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 vettorarla 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

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>5</b>

consegna nella rete del distributore, con collegamento in entra-esce tra la nuova cabina di sezionamento e la Linea aerea denominata “Giulia”;

- 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 Canicattì 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 Canicattì 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.

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>6</b>

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 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.

## 2.2. 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 "Canicattì 2".

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

*Tabella 1 - Suddivisione in sottocampi*

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

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<sub>p</sub>**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>7</b>

di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, 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 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.

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>8</b>

Tabella 2 - Dettaglio dimensionamento impianto

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		
<b>TOTALI</b>			<b>788</b>			<b>20488</b>	<b>11678,16</b>	<b>10730</b>		<b>11678,16</b>	

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>9</b>

### 3. CALCOLO PRODUCIBILITA'

#### 3.1. SOFTWARE UTILIZZATO

Il calcolo della producibilità è stato effettuato imputando il modello del sistema nel software di simulazione **PVSystem vers. 7.1** del quale si riporta il report di calcolo in allegato alla presente relazione.

#### 3.2. RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA SU BASE GIORNALIERA

Il sito di installazione appartiene ad un'area che dispone di dati climatici storici riportati in diversi database. Il database internazionale MeteoNorm rende disponibili i dati meteorologici per la località oggetto di intervento: 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.

In particolare, sono stati utilizzati i dati del database MeteoNorm 8.0, aggiornati rispetto a quelli utilizzati in progetto definitivo.

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

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

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

*Figura 1 – Dati meteorologici (fonte Meteonorm 8.0)*



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.11

Calcolo di producibilità dell'impianto  
fotovoltaico

10

Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

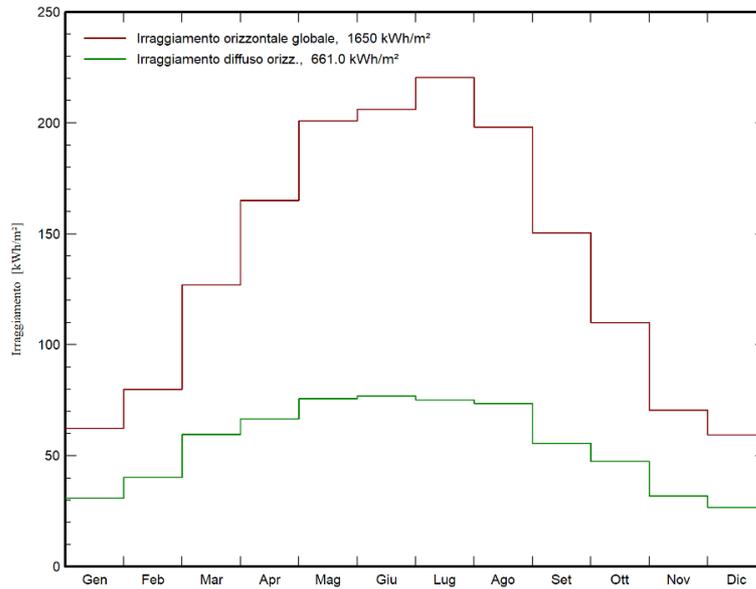


Figura 2 - Radiazione globale e diffusa incidente sul piano orizzontale

Distribuzione irraggiamento incidente

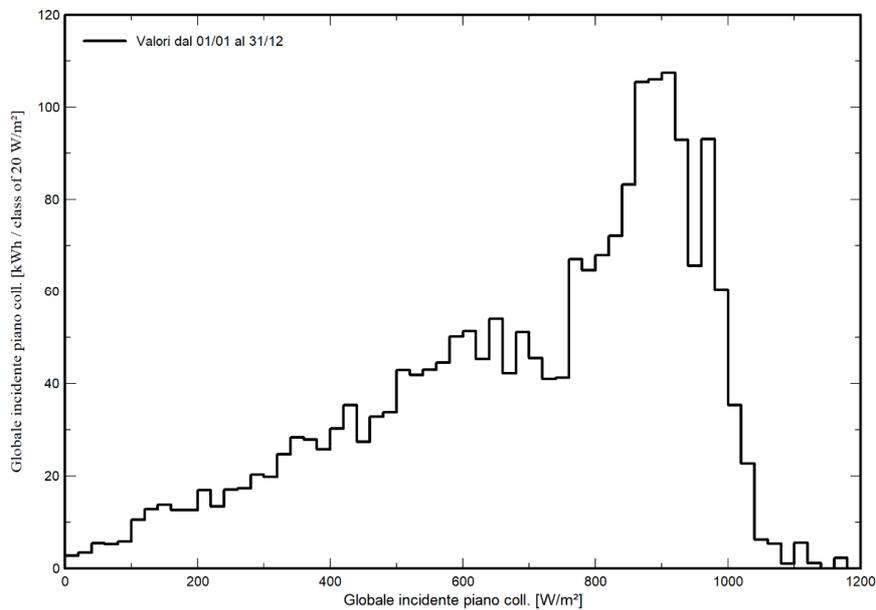


Figura 3 - Radiazione globale incidente sul piano dei collettori (trackers monoassiali)



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.11**

**Calcolo di producibilità dell'impianto  
fotovoltaico**

**11**

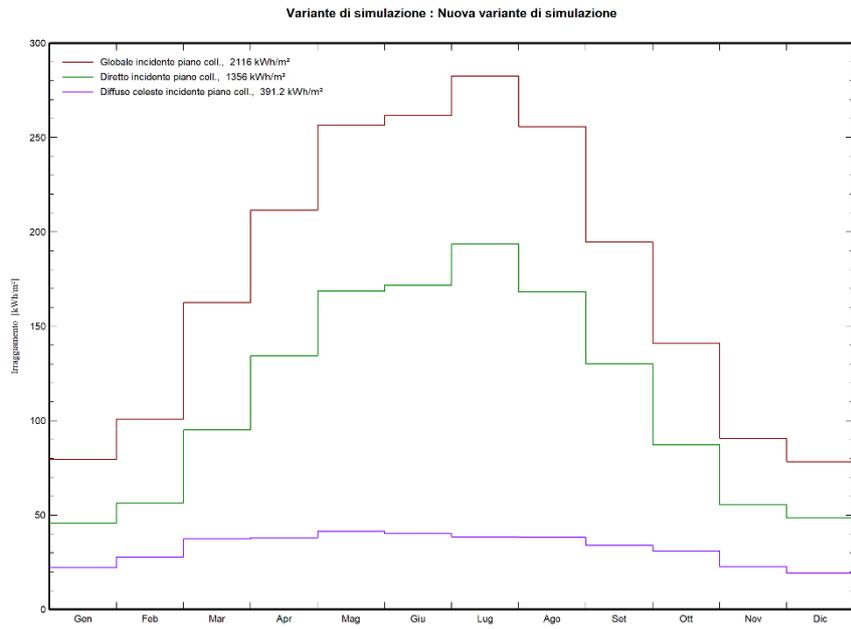


Figura 4 - Radiazione globale e diffusa incidente sul piano dei collettori (trackers monoassiali)

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>12</b>

### 3.3 PERDITE DEL SISTEMA

Di seguito si da dettaglio delle perdite del sistema, esaminando le tipologie di strutture ad inseguimento monoassiale, illustrando i criteri di calcolo di ciascuna componente.

#### 3.3.1. PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Le **perdite per ombreggiamento reciproco** fra le schiere sono funzione della geometria di disposizione del generatore fotovoltaico sul terreno e degli ostacoli all'orizzonte che possono ridurre anche sensibilmente le ore di sole nell'arco delle giornate soprattutto invernali.

Grazie all'utilizzo di strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale, dotate di sistema di **"backtracking"**, tenuto conto della distribuzione spaziale delle strutture, il valore individuato in sede di progettazione definitiva risulta pari a pari a -1,75%.

Le **perdite per ombreggiamento lontano** sono relative all'ombreggiamento derivante dal profilo dell'orizzonte nello specifico sito, e sono state calcolate pari a -0,67%.

#### 3.3.2 PERDITE PER BASSO IRRAGGIAMENTO

L'efficienza nominale dei moduli fotovoltaici è misurata al livello di irraggiamento pari a 1000 W/m<sup>2</sup> ma risulta variabile con lo stesso. Per celle con tecnologia in silicio cristallino la deviazione dell'efficienza segue l'espressione seguente:

$$\Delta\eta = -0,4 \cdot \ln(I/1000) \cdot \eta_n$$

dove:

I = irraggiamento in W/m<sup>2</sup> e  $\eta_n$  l'efficienza all'irraggiamento nominale di 1000 W/m<sup>2</sup>.

Sulla base dei dati climatici aggiornati del sito (database Meteonorm), e della curva del comportamento dei moduli scelti in funzione del livello di irraggiamento, che di seguito si riporta, è stato effettuato il calcolo di tale parametro.

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>13</b>

Modulo FV: Jinkosolar, JKM-570N-72HL4-BDV

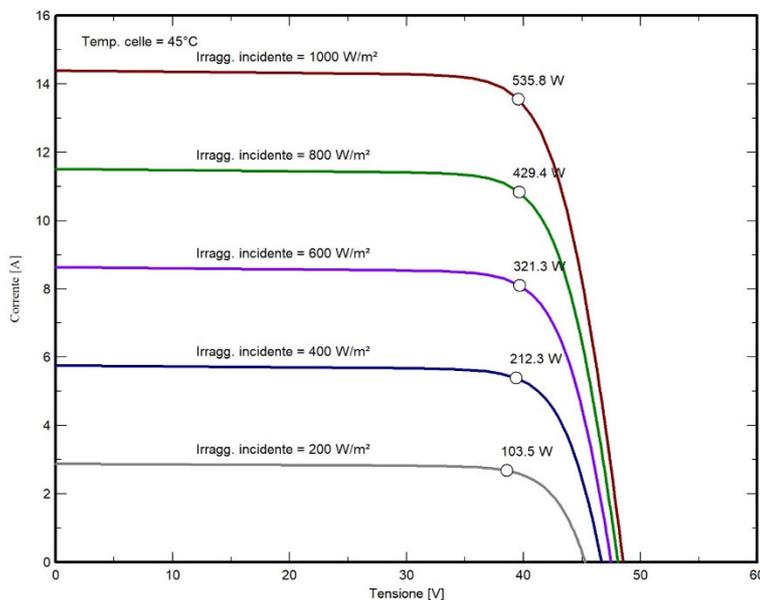


Figura 5 - Comportamento dei moduli in funzione del livello di irraggiamento

Sulla scorta di tali considerazioni, il valore delle perdite per basso irraggiamento attraverso le simulazioni nel software PVSyst risulta essere pari a -0.39 %

### 3.3.3 PERDITE PER TEMPERATURA

Le perdite per temperatura sono legate alla diversa performance che hanno i moduli in relazione ai vari regimi di temperatura di funzionamento. All'aumentare della temperatura, le celle fotovoltaiche diminuiscono le prestazioni elettriche di potenza.

In sede di progetto definitivo è stata effettuata una valutazione di tale parametro, sulla base dei dati climatici aggiornati del sito (database Meteonorm), e della curva del comportamento dei moduli scelti in funzione della temperatura), ottenendo un valore di calcolo pari a -3,87% per i moduli installati sulle strutture ad inseguimento.

### 3.3.4 PERDITE PER QUALITA' DEL MODULO FOTOVOLTAICO

Tale valore tiene in considerazione della tolleranza sulla potenza nominale del modulo fotovoltaico. In particolare, il modulo proposto in progetto ha una tolleranza positiva -0W + 17.1 W sulla potenza nominale di 570 W, che in termini percentuali si traduce in una tolleranza positiva -0% + 3%.

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>14</b>

La corretta formulazione di tale parametro di perdita tiene conto di una media pesata delle tolleranze positive dei moduli fotovoltaici, secondo formule di pesatura assunte a standard in letteratura.

Secondo tale criterio di pesatura precedentemente richiamato, con la tolleranza positiva del modulo in progetto, il valore di tali perdite è stato calcolato pari a +0,75% (guadagno).

### 3.3.5. PERDITE PER MISMATCH DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO

Sono perdite relative alla naturale non uniformità di prestazioni elettriche fornite dai vari moduli che compongono ogni stringa fotovoltaica e quindi fra una stringa e l'altra.

La disposizione delle strutture, la distribuzione spaziale dei quadri stringbox, l'ottimizzazione delle linee elettriche DC, fanno sì che le differenze di prestazioni elettriche fra una stringa e l'altra risultino minimizzati, potendo così calcolare tale perdita ad un valore pari a -2,10%.

### 3.3.6. DEGRADO DELLE PRESTAZIONI DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Il degrado dei moduli fotovoltaici è funzione della tecnologia, del sito di installazione (spettro solare e temperature) e della qualità del prodotto. Generalmente l'andamento del degrado non è lineare: nel primo anno di esposizione la perdita è maggiore fino a stabilizzarsi con un degrado costante negli anni seguenti.

La tipologia di moduli in progetto presenta una garanzia sulla produzione massima al primo anno d'esercizio del 99% e un decadimento annuo successivo massimo del 0,4% per i 30 anni successivi.

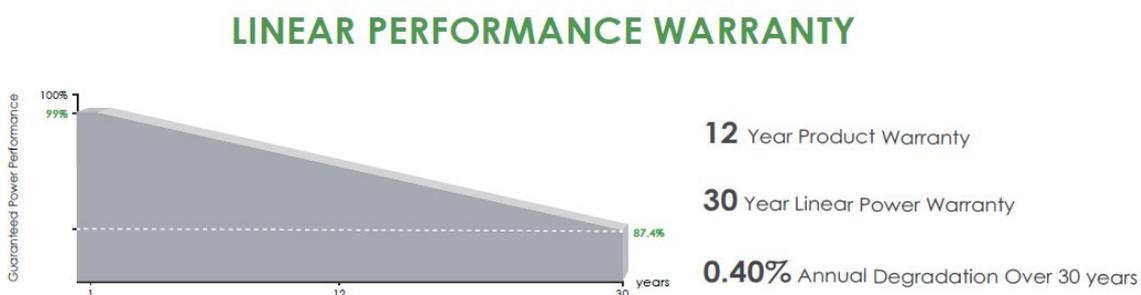


Figura 6 - Curva di decadimento moduli fotovoltaici

Nel software di calcolo PVSyst è stato inserito il corretto modello del modulo, con la curva di decadimento appena descritta. Si considera quindi il valore medio di perdita pari a -0,4%.

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>15</b>

### 3.3.7. PERDITE OHMICHE DI CABLAGGIO

Si tratta di una perdita legata alle sezioni e alla lunghezza dei cavi elettrici e al loro cablaggio. Sulla base del progetto elettrico dell'impianto, con il dimensionamento e la verifica delle linee elettriche BT, grazie all'ottimizzazione dei percorsi dei cavi di corrente continua e all'utilizzo di sezioni di cavi per le stringhe di sezione idonea, il valore di tali perdite è stato calcolato pari a - 0,92%.

### 3.3.8. PERDITE DI SISTEMA DI CONVERSIONE

Sono dovute alla curva di efficienza degli inverter in funzione della potenza in uscita e quindi, in prima analisi, dal progetto della macchina in funzione delle condizioni di irraggiamento del sito e di quelle del carico. La stima dipende dal tipo di convertitore utilizzato, marca e dallo schema di trasformazione.

Secondo i calcoli delle perdite di rete con il software PVSyst, imputando nel modello di calcolo i dati dell'inverter in progetto, le perdite sono state calcolate pari al -1,48%.

Inoltre, tenendo conto del rapporto fra la potenza nominale per parco fotovoltaico e la potenza nominale degli inverter, si ha un'ulteriore perdita legata al superamento della potenza massima in ingresso agli inverter. Tale valore risulta essere calcolato pari a circa -0,13%, considerato come valore medio dei vari sottocampi.

### 3.3.9. PERDITE SUI CIRCUITI IN CORRENTE ALTERNATA

In questa voce vanno considerate due componenti:

#### **Perdite circuiti in corrente alternata in BT**

Data la distanza tra inverter di stringa e trasformatore di Campo, queste perdite sono state calcolate per ciascun campo, in funzione dello schema distributivo. Tale valore, calcolato con software di simulazione PVSyst, ammonta a circa -0,92%.

#### **Perdite circuiti in corrente alternata in MT interne all'impianto**

Secondo lo schema unifilare di progetto e la disposizione planimetrica delle cabine PS e MTR, sono state calcolate le perdite della rete MT.

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>16</b>

### Perdite circuiti in corrente alternata in MT di collegamento alla Cabina di consegna

Secondo lo schema unifilare di progetto e il tracciato dell'elettrodotto di collegamento fra la MTR e la cabina di consegna, sono state calcolate le perdite della rete MT. Di seguito il calcolo dettagliato.

Tabella 3 – Calcolo dettagliato dimensionamento delle linee

RAMO	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Potenza persa [kW]	Δp %	Δp kW
RAMO A	ITS1	ITS2	3x1x50	225	2,59	3,487	0,13%	3,487
	ITS2	C.UTENTE	3x1x120	365	5,37	9,714	0,18%	9,714
RAMO C	ITS4	ITS3	3x1x50	195	2,59	3,022	0,12%	3,022
	ITS3	C.UTENTE	3x1x120	320	5,37	8,516	0,16%	8,516
LINEA CONSEGNA	C.UTENTE	CABINA ENEL	3x1x240	20	10,730	1,055	0,01%	1,055
<b>POTENZA COMPLESSIVA</b>					<b>10,730</b>		<b>PERDITE TOTALI RETE (kW)</b>	<b>25,794</b>
							<b>PERDITE TOTALI RETE (%)</b>	<b>0,24%</b>

Il parametro di perdite sui circuiti in corrente alternata è assunto pari a -0.24%.

### 3.3.10. PERDITE SUI TRASFORMATORI MT/BT

Sulla base delle considerazioni effettuate al paragrafo precedente, ai fini del calcolo, pertanto, il parametro di perdite sui trasformatori MT/BT è stato calcolato pari a -1,08%.

### 3.3.11. DISPONIBILITA' DI ESERCIZIO

In sede di progetto è stata effettuata una stima dell'indice di disponibilità garantito, sulla base della propria esperienza di O&M derivante dalla gestione di impianti simili a quello in progetto. Il valore di indisponibilità di progetto è assunto pari al 2%. Sulla base di tale valore, e dei parametri metereologici assunti, risulta una perdita da indisponibilità di esercizio pari a circa -1.86 %.

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto  fotovoltaico</b>	<b>17</b>

### 3.3.12. CONSUMI AUSILIARI

Si stima una perdita sul totale della produzione pari a circa il -0,48%.

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico</b>	<b>18</b>

### 3.4. PRODUCIBILITA' DEL SISTEMA

Sulla scorta di tutte le considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti, è stato effettuato il calcolo della producibilità del sistema, partendo dal modello dell'impianto imputato nel software di calcolo PVSyst.

Stabilita quindi la disponibilità della fonte solare, e determinate tutte le perdite illustrate, la **produzione dell'impianto fotovoltaico in progetto risulta pari a 21.577 MWh/anno.**

	<b>PARCO FOTOVOLTAICO FV NARO</b>
<b>Potenza (kWp)</b>	11.786
<b>Produzione (MWh/anno)</b>	<b>21577</b>
<b>Producibilità specifica (kWh/kWp)</b>	1848
<b>Irraggiamento orizz (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	1650.5
<b>Irraggiamento sul piano dei collettori (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	2116
<b>PR</b>	87,32%

Considerata la potenza nominale dell'impianto, pari a 11.786 MW<sub>p</sub>, si ha una produzione specifica pari a **1848 (kWh/KWp) /anno.**

Sulla base di tutte le perdite precedentemente illustrate, l'impianto in progetto consente di ottenere un indice di rendimento (**Performance Ratio PR**) pari a **87,32%**.

 <b>SMARTENERGYIT2109 S.R.L.</b>	<b>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</b>		
	<b>CODICE DOCUMENTO</b>	<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>PAGINA</b>
	<b>PD-A.11</b>	<b>Calcolo di producibilità dell'impianto  fotovoltaico</b>	<b>19</b>

#### 4. ALLEGATO: REPORT PVSYST

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: FV NARO

Variante: Nuova variante di simulazione

Eliostati illimitati con indetreggiamento

Potenza di sistema: 11.68 MWc

Delia - Italia

**Autore**

A176lab s.r.l. (Italy)



# Progetto: FV NARO

Variante: Nuova variante di simulazione

## PVsyst V7.2.21

VCO, Simulato su  
14/11/22 19:24  
con v7.2.21

A176lab s.r.l. (Italy)

### Sommario del progetto

<b>Luogo geografico</b> Delia Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 37.32 °N Longitudine 13.92 °E Altitudine 318 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> Delia Meteonorm 8.0 (1989-2003), Sat=100% - Sintetico		

### Sommario del sistema

<b>Sistema connesso in rete</b> <b>Orientamento campo FV</b> <b>Orientamento</b> Assi inseguimento orizzontali	<b>Eliostati illimitati con indetreggiamento</b> <b>Algoritmo dell'inseguimento</b> Calcolo astronomico Backtracking attivato	<b>Ombre vicine</b> Senza ombre
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Numero di moduli 20488 unità Pnom totale 11.68 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 58 unità Pnom totale 10.15 MWac Limite della potenza di rete 9500 kWac Rapporto Pnom lim. rete 1.229	
<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)		

### Sommario dei risultati

Energia prodotta	21577 MWh/anno	Prod. Specif.	1848 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR	87.32 %
------------------	----------------	---------------	-------------------	----------------------	---------

### Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione orizzonte	6
Risultati principali	7
Diagramma perdite	8
Grafici speciali	9
Valutazione P50-P90	10



**Parametri principali**

**Sistema connesso in rete**

**Eliostati illimitati con indetreggiamento**

**Orientamento campo FV**

**Orientamento**

Assi inseguimento orizzontali

**Algoritmo dell'inseguimento**

Calcolo astronomico

Backtracking attivato

**Campo con backtracking**

N. di eliostati 50 unità

Eliostati illimitati

**Dimensioni**

Distanza eliostati 5.30 m

Larghezza collettori 2.30 m

Fattore occupazione (GCR) 43.4 %

Banda inattiva sinistra 0.02 m

Banda inattiva destra 0.02 m

Phi min / max +/- 55.0 °

**Strategia Backtracking**

Limiti phi +/- 63.7 °

Distanza tavole backtracking 5.30 m

Larghezza backtracking 2.30 m

**Modelli utilizzati**

Trasposizione Perez

Diffuso Perez, Meteonorm

Circumsolare separare

**Orizzonte**

Altezza media 3.4 °

**Ombre vicine**

Senza ombre

**Bisogni dell'utente**

Carico illimitato (rete)

**Sistema bifacciale**

Modello Calcolo 2D  
eliostati illimitati

**Geometria del modello bifacciale**

Distanza eliostati 5.30 m

ampiezza eliostati 2.34 m

GCR 44.2 %

Altezza dell'asse dal suolo 2.10 m

**Definizioni per il modello bifacciale**

Albedo dal suolo 0.30

Fattore di Bifaccialità 80 %

Ombreg. posteriore 5.0 %

Perd. Mismatch post. 10.0 %

Frazione trasparente della tettoia 0.0 %

**Limitazione potenza di rete**

Potenza attiva 9500 kWac

Rapporto Pnom 1.229

**Caratteristiche campo FV**

**Modulo FV**

Costruttore Jinkosolar

Modello JKM-570N-72HL4-BDV

(PVsyst database originale)

Potenza nom. unit. 570 Wp

Numero di moduli FV 20488 unità

Nominale (STC) 11.68 MWc

**Campo #1 - Campo 1**

Numero di moduli FV 4966 unità

Nominale (STC) 2831 kWc

Moduli 191 Stringhe x 26 In serie

**In cond. di funz. (50°C)**

Pmpp 2618 kWc

U mpp 1012 V

I mpp 2587 A

**Inverter**

Costruttore Huawei Technologies

Modello SUN2000-185KTL-H1

(PVsyst database originale)

Potenza nom. unit. 175 kWac

Numero di inverter 58 unità

Potenza totale 10150 kWac

Numero di inverter 14 unità

Potenza totale 2450 kWac

Voltaggio di funzionamento 550-1500 V

Potenza max. (=>30°C) 185 kWac

Rapporto Pnom (DC:AC) 1.16



**Caratteristiche campo FV**

**Campo #2 - Campo 2**

Numero di moduli FV	5434 unità	Numero di inverter	15 unità
Nominale (STC)	3097 kWc	Potenza totale	2625 kWac
Moduli	209 Stringhe x 26 In serie		
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento	550-1500 V
Pmpp	2865 kWc	Potenza max. (=>30°C)	185 kWac
U mpp	1012 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.18
I mpp	2830 A		

**Campo #3 - Campo 3**

Numero di moduli FV	5174 unità	Numero di inverter	15 unità
Nominale (STC)	2949 kWc	Potenza totale	2625 kWac
Moduli	199 Stringhe x 26 In serie		
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento	550-1500 V
Pmpp	2727 kWc	Potenza max. (=>30°C)	185 kWac
U mpp	1012 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.12
I mpp	2695 A		

**Campo #4 - Campo 4**

Numero di moduli FV	4914 unità	Numero di inverter	14 unità
Nominale (STC)	2801 kWc	Potenza totale	2450 kWac
Moduli	189 Stringhe x 26 In serie		
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento	550-1500 V
Pmpp	2590 kWc	Potenza max. (=>30°C)	185 kWac
U mpp	1012 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.14
I mpp	2559 A		

**Potenza PV totale**

Nominale (STC)	11678 kWp
Totale	20488 moduli
Superficie modulo	52926 m <sup>2</sup>

**Potenza totale inverter**

Potenza totale	10150 kWac
Numero di inverter	58 unità
Rapporto Pnom	1.15

**Perdite campo**

**Perdite per sporco campo**

Fraz. perdite 3.0 %

**Fatt. di perdita termica**

Temperatura modulo secondo irraggiamento  
Uc (cost) 29.0 W/m<sup>2</sup>K  
Uv (vento) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

**Perdita di qualità moduli**

Fraz. perdite -0.8 %

**Perdite per mismatch del modulo**

Fraz. perdite 2.0 % a MPP

**Perdita disadattamento Stringhe**

Fraz. perdite 0.1 %

**Fattore di perdita IAM**

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Vetro Fresnel antiriflesso, nVetro=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



**Perdite DC nel cablaggio**

Res. globale di cablaggio 0.92 mΩ  
Fraz. perdite 0.9 % a STC

**Campo #1 - Campo 1**

Res. globale campo 1.7 mΩ  
Fraz. perdite 0.4 % a STC

**Campo #3 - Campo 3**

Res. globale campo 6.1 mΩ  
Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #2 - Campo 2**

Res. globale campo 5.8 mΩ  
Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #4 - Campo 4**

Res. globale campo 6.4 mΩ  
Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Perdite sistema**

**indisponibilità del sistema**

frazione di tempo 2.0 %  
7.3 giorni,  
5 periodi

**Perdite ausiliarie**

Proporzionali alla potenza 5.0 W/kW  
0.0 kW dalla soglia di potenza

**Perdite cablaggio AC**

**Linea uscita inv. sino al trasformatore MT**

Tensione inverter 800 Vac tri  
Fraz. perdite 1.46 % a STC

**Inverter: SUN2000-185KTL-H1**

Sezione cavi (58 Inv.) All 58 x 3 x 120 mm<sup>2</sup>  
Lunghezza media dei cavi 180 m

**Linea MV fino alla iniezione**

Voltaggio MV 20 kV  
Frazione perdita media 0.07 % a STC

**Campo #1 - Campo 1**

Conduttori All 3 x 50 mm<sup>2</sup>  
Lunghezza 590 m

**Campo #3 - Campo 3**

Conduttori All 3 x 50 mm<sup>2</sup>  
Lunghezza 0 m

**Campo #2 - Campo 2**

Conduttori All 3 x 50 mm<sup>2</sup>  
Lunghezza 0 m

**Campo #4 - Campo 4**

Conduttori All 3 x 50 mm<sup>2</sup>  
Lunghezza 0 m

**Perdite AC nei trasformatori**

**Trafo MV**

Tensione rete 20 kV

**Perdite di operazione in STC**

Potenza nominale a STC 2784 kVA  
Perdita ferro (Connessione 24/24) 0.70 kW/Inv.  
Fraz. perdite 0.10 % a STC  
Resistenza equivalente induttori 3 x 9.19 mΩ/inv.  
Fraz. perdite 1.00 % a STC



**Definizione orizzonte**

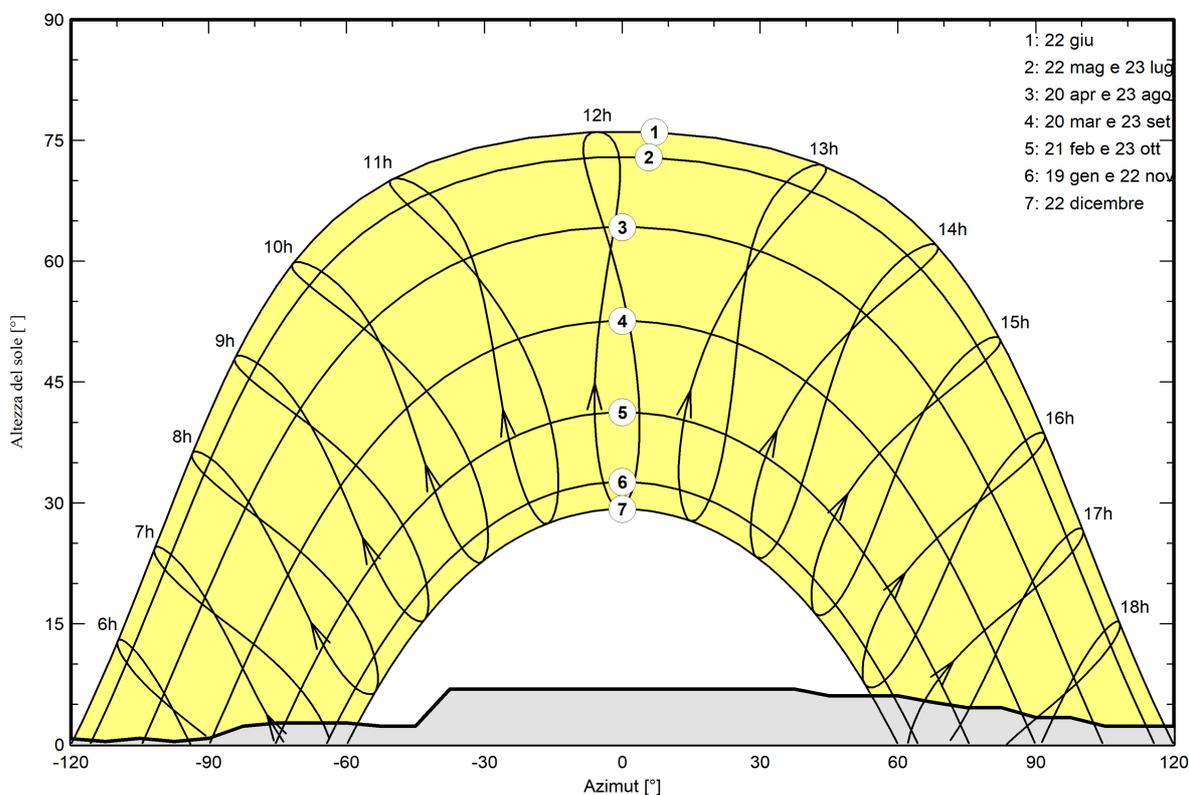
Horizon from PVGIS website API, Lat=37°19'26', Long=13°54'59', Alt=318m

Altezza media 3.4 °      Fattore su albedo 0.80  
Fattore su diffuso 0.95      Frazione albedo 100 %

**Profilo dell'orizzonte**

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-113	-105	-98
Altezza [°]	1.1	1.5	1.5	1.9	1.1	1.5	1.1	1.1	0.4	0.8	0.4
Azimut [°]	-90	-83	-75	-60	-53	-45	-38	38	45	60	68
Altezza [°]	0.8	2.3	2.7	2.7	2.3	2.3	6.9	6.9	6.1	6.1	5.3
Azimut [°]	75	83	90	98	105	143	150	173	180		
Altezza [°]	4.6	4.6	3.4	3.4	2.3	2.3	1.5	1.5	1.1		

**Percorsi del sole (diagramma altezza / azimut)**





# Progetto: FV NARO

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.2.21

VCO, Simulato su  
14/11/22 19:24  
con v7.2.21

A176lab s.r.l. (Italy)

## Risultati principali

### Produzione sistema

Energia prodotta

21577 MWh/anno

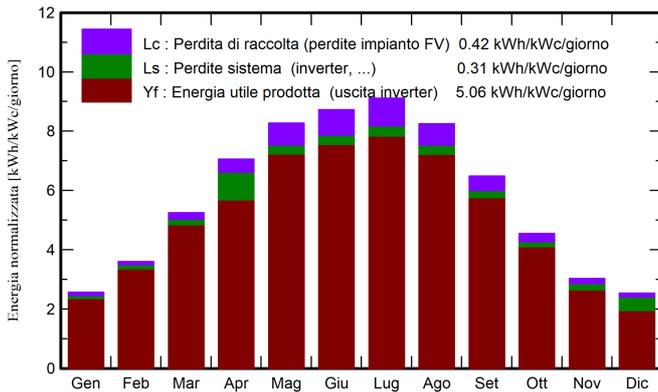
Prod. Specif.

1848 kWh/kWc/anno

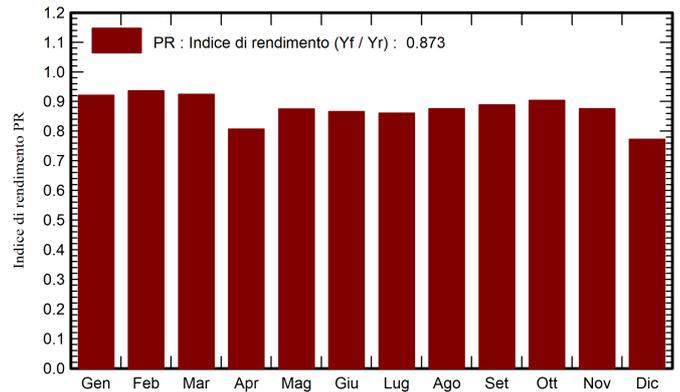
Indice di rendimento PR

87.32 %

### Produzione normalizzata (per kWp installato)



### Indice di rendimento PR



## Bilanci e risultati principali

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	ratio
<b>Gennaio</b>	62.4	30.92	10.18	79.5	72.9	891	856	0.921
<b>Febbraio</b>	80.0	40.35	10.06	100.8	93.5	1145	1102	0.936
<b>Marzo</b>	127.0	59.55	12.18	162.6	151.9	1827	1756	0.924
<b>Aprile</b>	165.0	66.70	14.70	211.6	199.6	2322	1995	0.807
<b>Maggio</b>	201.0	75.69	18.35	256.5	242.3	2731	2620	0.875
<b>Giugno</b>	206.0	76.99	22.13	261.7	247.4	2760	2648	0.866
<b>Luglio</b>	220.4	75.19	25.49	282.7	267.6	2963	2841	0.861
<b>Agosto</b>	198.1	73.54	26.13	255.8	241.9	2730	2618	0.876
<b>Settembre</b>	150.5	55.67	22.73	194.5	183.1	2104	2018	0.888
<b>Ottobre</b>	110.1	47.56	19.66	141.0	131.6	1548	1487	0.904
<b>Novembre</b>	70.6	32.01	15.24	90.8	83.9	1006	929	0.876
<b>Dicembre</b>	59.5	26.80	11.66	78.4	72.2	874	708	0.773
<b>Anno</b>	1650.5	660.98	17.42	2116.0	1987.9	22903	21577	0.873

### Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo

E\_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento



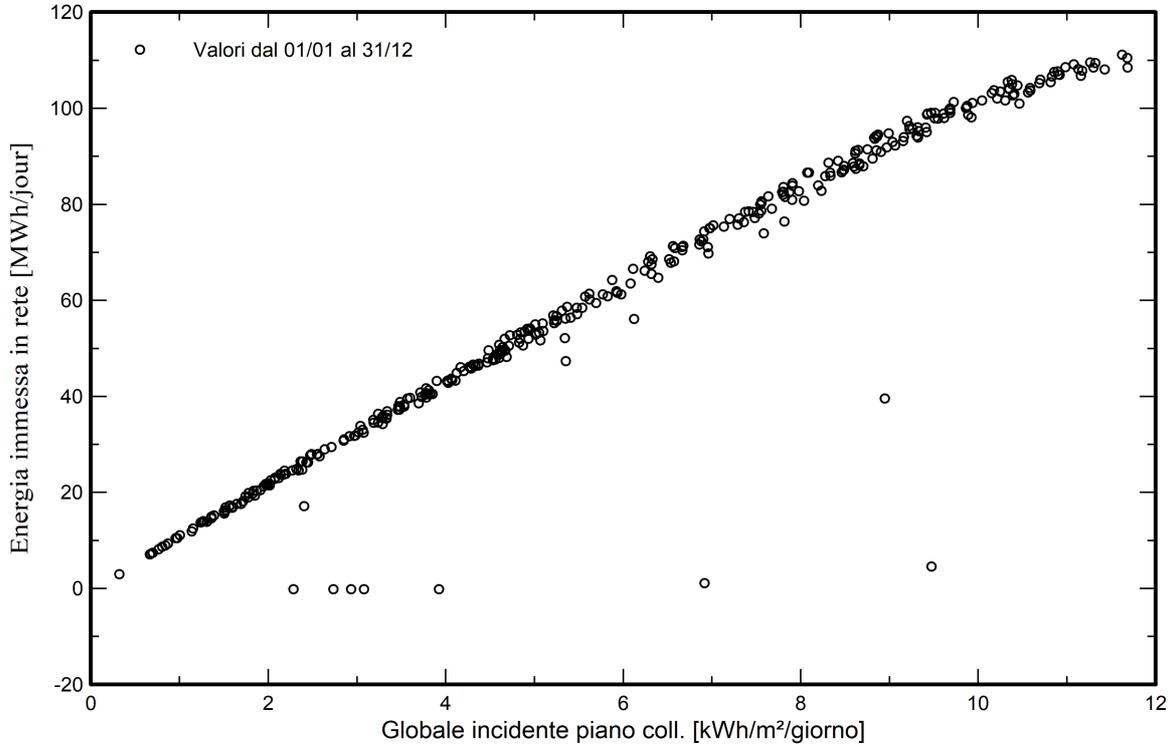
**Diagramma perdite**



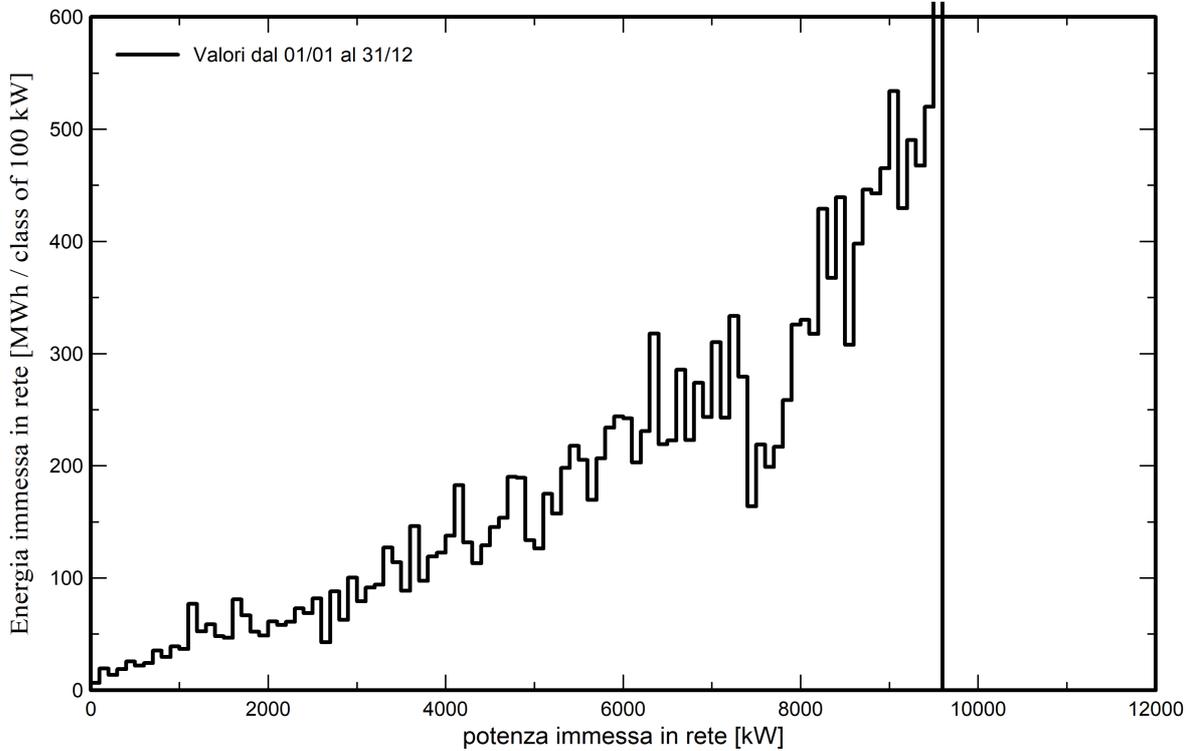


Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema





**Valutazione P50-P90**

**Dati meteo**

Fonte Meteororm 8.0 (1989-2003), Sat=100%  
Tipo TMY, multi anno  
Differenza da anno in anno (Varianza) 3.9 %

**Deviazione Standard**

Cambiamento Climatico 0.0 %

**Variabilità globale**

Variabilità (Somma quadratica media) 4.3 %

**Incertezze dei parametri e simulazione**

settaggio parametri modulo FV 1.0 %  
Incertezza nella stima efficienza inverter 0.5 %  
Incertezze di disadattamento e sporcizia 1.0 %  
Incertezza nella stima del degrado 1.0 %

**Valore di probabilità associato alla produzione**

Variabilità 0.93 GWh  
P50 21.58 GWh  
P90 20.38 GWh  
P95 20.04 GWh

**Distribuzione di probabilità**

