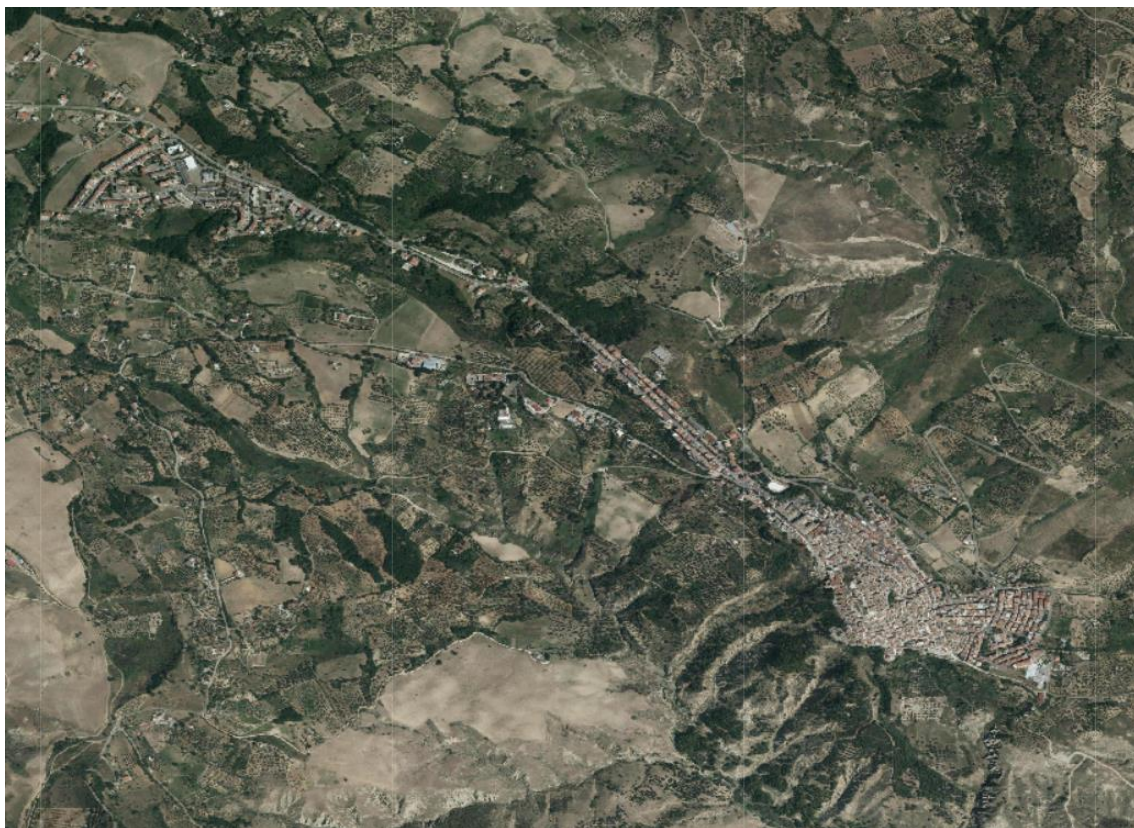


COMUNE DI POMARICO

REGIONE BASILICATA



**“PROPOSTA DI PROGETTO DI PROJECT FINANCING RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI N° 4 IMPIANTI FOTOVOLTAICI DA INSTALLARE SULLA COPERTURA DI EDIFICI DI PROPRIETÀ DEL COMUNE DI POMARICO”**

**- PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA -**

Ubicazione: COMUNE DI POMARICO (MT)

Foglio 15, P.lla 413 LAT: 40.5222; LON: 16.5428

Foglio 13, P.lla 753 LAT: 40.5281; LON: 16.5281

00	11/02/2025				
Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Aggiornato	Approvato
Redatto da:			3A IMPIANTI S.R.L.		
Ing. Vincenzo SANTAMARIA			Via Cavalieri di Vittorio Veneto n.40		
			75100 – MATERA (MT)		
ELABORATO C		RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ DELL’OPERA			



## Sommario

1. PREMESSA .....	4
2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO .....	4
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	5
4. VALUTAZIONE DI SOSTENIBILITÀ DELL'OPERA.....	11
4.1 VALUTAZIONE DELL'ENERGIA PRODOTTA.....	11
4.2 VALUTAZIONE DI SOSTENIBILITÀ .....	25
5. CONCLUSIONI.....	26

## **1. PREMESSA**

La presente relazione tecnica è redatta a corredo del progetto di fattibilità tecnico economico (PFTE) inerente alla realizzazione di quattro impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica da ubicarsi sulle coperture di edifici di proprietà del Comune di Pomarico nell'ambito di una procedura in "project financing". Trattasi in particolare un edificio scolastico ed un edificio per lavorazioni artigianali.

Lo scopo della presente relazione è di fornire una descrizione tecnica del progetto di realizzazione degli impianti fotovoltaici di produzione e della loro connessione alla rete elettrica di e-distribuzione. La presente relazione è elaborata ai sensi del D.M. 10 settembre 2010 ("Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili) e della Norma CEI 0-2 (Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici).

L'area prevista per l'installazione degli impianti in oggetto è collocata sulla copertura dei fabbricati censiti in catasto al Foglio 15 p.lla 413, coordinate 40.5222N e 16.5428 E, e Foglio 13 p.lla 753, coordinate 40.5281N e 16.5281E.

La società proponente è la 3A IMPIANTI S.r.l., con sede in Via Cavalieri di Vittorio Veneto n.40 – 75100 – MATERA (MT).

## **2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO**

L'intervento riguarda la realizzazione di quattro impianti da ubicarsi sulla copertura di due edifici di proprietà del Comune di Pomarico.

Nello specifico, tali impianti saranno connessi, ognuno con il proprio POD, alla rete di distribuzione pubblica in Bassa Tensione mediante la realizzazione delle dovute opere di connessione indicate nel preventivo TICA prodotto da e-distribuzione.

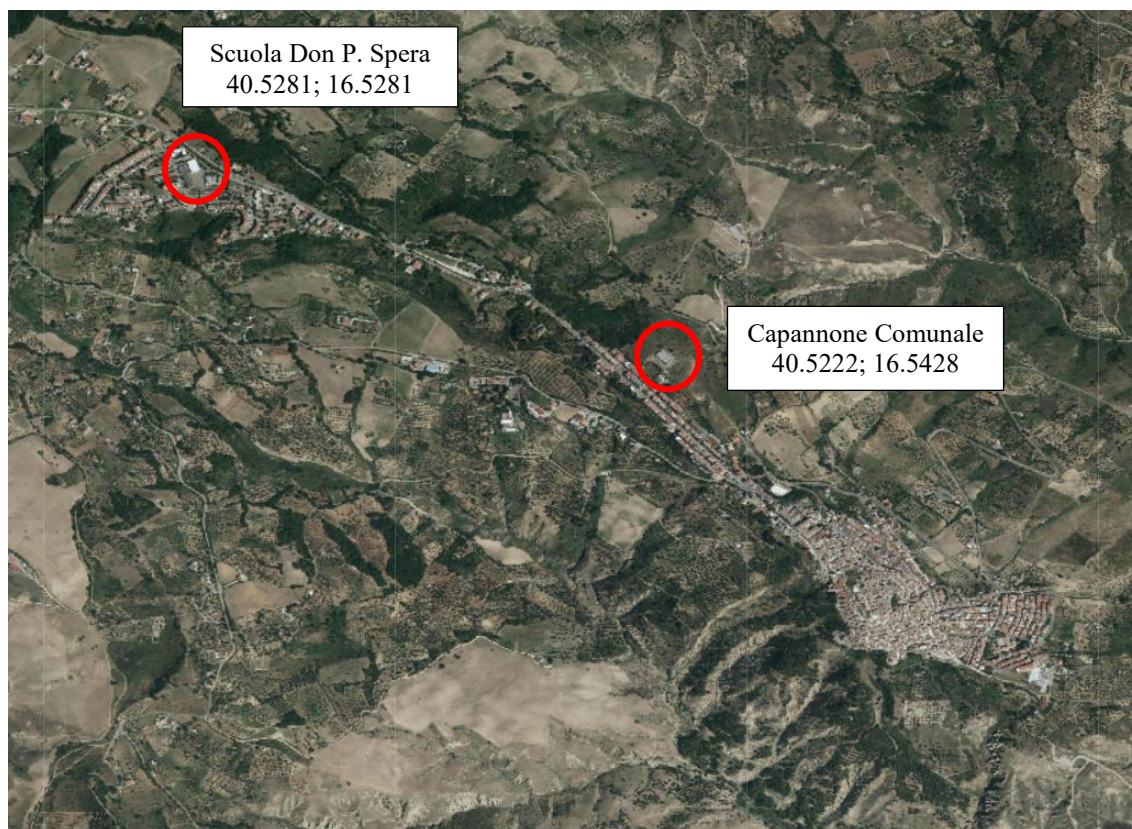
L'energia prodotta dagli impianti sarà immessa in rete secondo le condizioni definite dalla ARERA. Complessivamente, gli impianti avranno una potenza di picco di 461,90 kWp, realizzati mediante circa 500 moduli in silicio monocristallino da 450Wp/cad e circa 470 moduli in silicio monocristallino da 500 Wp/cad, dislocati per i vari impianti.

I quattro impianti avranno ciascuno un inverter da 100 kW, che consentirà la trasformazione da corrente continua ad alternata, e saranno connessi ad un proprio POD dal quale verrà immessa elettricità prodotta in rete. Il collegamento avverrà in bassa tensione a due distinte cabine MT/BT esistenti.

Nello specifico, gli impianti posti sulla copertura dell'edificio scolastico saranno connessi alla cabina denominata "CASTELLANA", mentre gli impianti da ubicarsi sull'edificio per lavorazioni artigianali saranno connessi alla cabina secondaria denominata "GARIBALDI".



### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE



*Figura 1: Inquadramento territoriale.*



*Figura 2: Stralcio catastale del comune di Pomarico*

**FABBRICATO 1 – SCUOLA MEDIA STATALE “DON P. SPERA”**

Il primo fabbricato è ubicato tra via Oreste Leonardi e via Raffaele Iozzino e riguarda un edificio scolastico con annesso fabbricato adibito a palestra. L'edificio è identificato catastalmente al foglio 13 particella 753 del comune di Pomarico, LAT: 40.5281; LON: 16.5281.

Sull'edificio adibito a palestra è già stato installato un impianto fotovoltaico; pertanto, il progetto prevede l'installazione di due impianti a copertura totale della palestra e una porzione della copertura della scuola.

<b>IMPIANTO</b>	<b>3A_FV1</b>
n. moduli	236 da 500 Wp cadauno
Potenza di picco	118 kWp
Potenza di immissione	100 kW
Esposizione	Falda N-E: -110°; Falda S-W: +70°
Montaggio	In aderenza, inclinazione 6° su palestra

<b>IMPIANTO</b>	<b>3A_FV2</b>
n. moduli	236 da 500 Wp cadauno
Potenza di picco	118 kWp
Potenza di immissione	100 kW
Esposizione	Falda N-E: -110°; Falda S-W: +70° (palestra) N-E: -110° (Scuola)
Montaggio	In aderenza, inclinazione 6° (palestra) Su elementi prefabbricati di cemento, inclinazione 10° (scuola)





Figura 3: Ortofoto con individuazione delle superfici



Figura 4: Disposizione planimetrica impianti

## **FABBRICATO 2 – CAPANNONE ARTIGIANALE**

Il progetto prevede l'installazione di due impianti da ubicarsi sulla copertura del capannone a completo ricoprimento della stessa.

<b>IMPIANTO</b>	<b>3A_FV3</b>
n. moduli	278 da 450 Wp cadauno
Potenza di picco	125,10 kWp
Potenza di immissione	100 kW
Esposizione	Falda N-W: 138°; Falda S-E: -42°
Montaggio	In aderenza, inclinazione 6°



<b>IMPIANTO</b>	<b>3A_FV4</b>
n. moduli	224 da 450 Wp cadauno
Potenza di picco	100,80 kWp
Potenza di immissione	100 kW
Esposizione	Falda N-W: 138°; Falda S-E: -42°
Montaggio	In aderenza, inclinazione 6°



*Figura 6: Ortofoto con individuazione delle superfici*

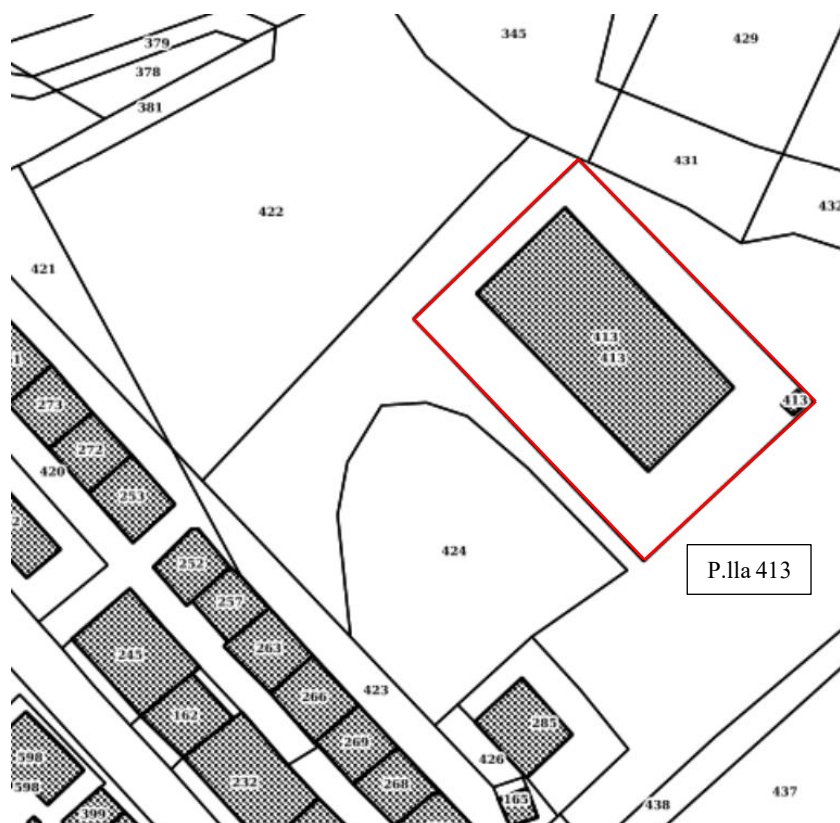


Figura 7: Individuazione della particella 413



Figura 8: Disposizione planimetrica impianti



## 4. VALUTAZIONE DI SOSTENIBILITÀ DELL'OPERA

La valutazione di sostenibilità dell'opera è stata effettuata secondo valutando l'energia attesa prodotta dall'impianto fotovoltaico e stimando le emissioni che si avrebbero nel caso di prelievo dalla rete della stessa quantità di energia, considerando il mix energetico nazionale

### 4.1 VALUTAZIONE DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'intervento riguarda la realizzazione di n.4 impianti fotovoltaici ubicati sulla copertura di due edifici di proprietà del Comune di Pomarico, all'interno dell'ambito urbano dello stesso comune.

Nello specifico, trattasi di un edificio scolastico e un edificio artigianale, così come rappresentati al paragrafo 3.

#### - EDIFICIO SCOLASTICO

Sulla copertura dell'edificio scolastico è prevista l'installazione di n.2 impianti fotovoltaici della potenza di picco pari a 118 kWp/cad. e potenza di immissione di 100 kW. I due impianti sono posti in aderenza sulla copertura del corpo di fabbrica destinato a palestra, dotata di una copertura a falde avente una modesta inclinazione, e sulla copertura dell'edificio scolastico mediante zavorre in cls riguardo la porzione del secondo impianto eccedente quella installata sulla palestra e pari a circa 18 kWp.



Figura 9: Disposizione planimetrica impianti 1 e 2



Sulla copertura della palestra, allo stato attuale, si rinviene un piccolo impianto fotovoltaico, il quale non sarà oggetto di intervento e non interferirà con gli impianti in progetto.

Il calcolo della producibilità degli impianti è stato effettuato mediante l'ausilio dell'applicativo PVGIS, tenendo conto, per ciascuno di essi, della potenza di picco installata, perdite percentuali del sistema impiantistico, modalità di installazione dei moduli, inclinazione ed orientamento degli stessi, nonché delle coordinate geografiche del luogo in cui sono posti.

I moduli da impiegarsi sono da 500 Wp/cad. Essi saranno connessi in stringhe formate dalla connessione dei moduli in numero tale da garantire un valore adeguato delle grandezze elettriche per l'interfacciamento con i sistemi di conversione. Le stringhe sono poi raggruppate, mediante quadri elettrici di parallelo, al fine di ridurre il numero di cablaggi necessari per convogliare l'energia elettrica prodotta dalle stringhe fino al sistema di conversione statica.

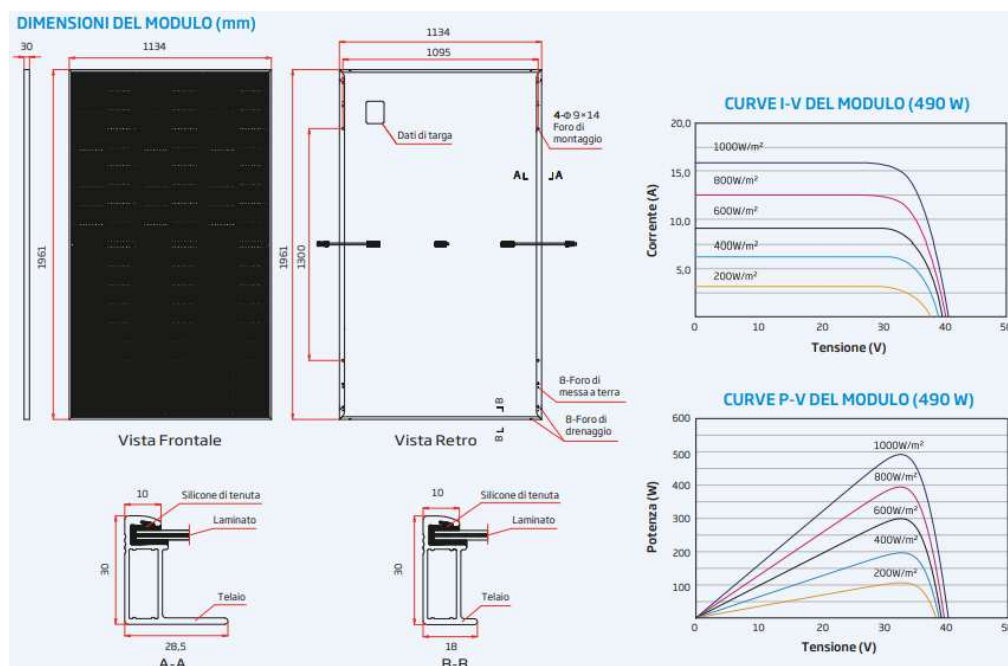


Figura 10: Modulo tipo da 500 Wp

DATI ELETTRICI (STC)	TSM-475	TSM-480	TSM-485	TSM-490	TSM-495	TSM-500	TSM-505
	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B
Potenza di picco max Watt- $P_{MAX}$ (Wp) *	475	480	485	490	495	500	505
Tolleranza di potenza- $P_{MAX}$ (W)	0/+5						
Tensione di massima potenza- $V_{MPP}$ (V)	32,3	32,5	32,7	32,9	33,1	33,3	33,5
Corrente di massima potenza- $I_{MPP}$ (A)	14,72	14,77	14,84	14,91	14,97	15,03	15,09
Tensione di circuito aperto- $V_{OC}$ (V)	39,0	39,2	39,4	39,6	39,8	40,1	40,3
Corrente di corto circuito- $I_{SC}$ (A)	15,68	15,72	15,76	15,80	15,83	15,86	15,89
Efficienza del modulo $\eta_m$ (%)	21,4	21,6	21,8	22,0	22,3	22,5	22,7
STC: Irraggiamento 1.000 W/m², Temperatura della cella 25 °C, indice di massa d'aria AM 1,5. *Tolleranza misurata: ±3%.							
DATI ELETTRICI (NOCT)	TSM-475	TSM-480	TSM-485	TSM-490	TSM-495	TSM-500	TSM-505
	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B	NEG1BR.2B
Potenza di picco max Watt- $P_{MAX}$ (Wp)	363	367	371	375	378	382	386
Tensione di massima potenza- $V_{MPP}$ (V)	30,4	30,6	30,8	31,0	31,3	31,5	31,8
Corrente di massima potenza- $I_{MPP}$ (A)	11,94	11,98	12,02	12,06	12,08	12,11	12,15
Tensione di circuito aperto- $V_{OC}$ (V)	36,9	37,2	37,4	37,6	37,7	38,0	38,3
Corrente di corto circuito- $I_{SC}$ (A)	12,64	12,67	12,70	12,74	12,76	12,78	12,81

Figura 11: Modulo tipo da 500Wp

Per quanto riguarda i sistemi di conversione di corrente da continua ad alternata, ossia gli inverter, ciascun impianto sarà equipaggiato da un inverter da 100 kW, valore che corrisponde alla potenza di immissione di ciascun impianto. Si riporta di seguito le caratteristiche tecniche di ciascun inverter tipo da impiegarsi.

Specifiche tecniche		SUN2000-100KTL-M1
<b>Efficienza</b>		
Efficienza max		98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
Efficienza ponderata europea		98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V
<b>Ingresso</b>		
Tensione di ingresso max <sup>1</sup>		1,100 V
Max. Current per MPPT		25 A
Corrente di cortocircuito max		40 A
Tensione di avvio		200 V
Range tensione MPPT a piena potenza <sup>2</sup>		200 V ~ 1,000 V
Tensione di ingresso nominale		720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac
Numero di ingressi		20
Numero di tracker MPP		10
<b>Uscita</b>		
Connessione rete elettrica		100,000 W
Potenza di uscita nominale		110,000 VA
Potenza apparente max		110,000 W
Max. AC Active Power (cosφ=1)		480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Tensione di uscita nominale		50 Hz / 60 Hz
Frequenza rete CA nominale		120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V
Corrente nominale di uscita		133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V
Max. Corrente di uscita		0.8 capac., 0.9 indut
Fattore di potenza regolabile		< 3%
<b>Protezione</b>		
Dispositivo di disconnessione lato ingresso		Si
Protezione anti-islanding		Si
Protezione da sovracorrente CA		Si
Protezione da polarità inversa CC		Si
Monitoraggio degli errori delle stringhe di array		Si
Scaricatore di sovratensione CA		Tipo II
Scaricatore di sovratensioni CC		Tipo II
Rilevazione della resistenza di isolamento CC		Si
Monitoraggio corrente residua		Si
<b>Comunicazione</b>		
Display		Indicatori LED, WLAN + APP
RS485		Si
USB		Si
BUS di monitoraggio (MBUS)		Si (trasformatore di isolamento richiesto)
<b>Dati generali</b>		
Dimensioni (L x A x P)		1,035 x 700 x 365 mm
Peso (compresa staffa di montaggio)		90 kg
Range temperatura d'esercizio		-25°C ~ 60°C
Raffreddamento		Raffreddamento ad aria intelligente
Max. Altitudine operativa		4,000 m
Umidità di esercizio relativa		0 ~ 100%
Connettore CC		Staubli MC4
Connettore CA		Terminale PG impermeabile + connettore GT
Grado di protezione		IP66
Topologia		Trasformatore
Consumo energetico notturno		~ 3.5 W
<b>Conformità agli standard (altri disponibili su richiesta)</b>		
Sicurezza		EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Standard connessioni alla rete		VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

Figura 12: Inverter tipo da 100 kW



L'energia prodotta da ciascuno di questi impianti è riportata nelle tabelle seguenti:

**IMPIANTO 1:**

IMPIANTO	3A_FV1
n. moduli	236 da 500 Wp cadauno
Materiale	Silicio monocristallino
Potenza di picco	118 kWp
Potenza di immissione	100 kW
Esposizione	Falda N-E: -110°; Falda S-W: +70°
Perdite di sistema	20%
Montaggio	In aderenza, inclinazione 6° su palestra
Coordinate	40.5281N, 16.5281E
Irraggiamento annuale	1658,67 kWh/mq
Producibilità	Falda N-E: 65'240,44 kWh/anno
	Falda S-W: 67'043,67 kWh/anno
	<b>TOTALE: 132'284,11 kWh/anno</b>

PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

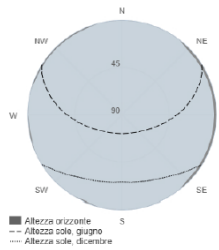
Valori inseriti:

Latitudine/Longitudine: 40.528, 16.528  
 Orizzonte: Calcolato  
 Database solare: PVGIS-SARAH3  
 Tecnologia FV: Silicio cristallino  
 FV installato: 59 kWp  
 Perdite di sistema: 20 %

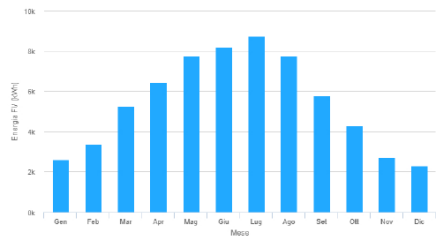
Output del calcolo

Angolo inclinazione: 6 °  
 Angolo orientamento: -110 °  
 Produzione annuale FV: 65240.44 kWh  
 Irraggiamento annuale: 1615.24 kWh/m²  
 Variazione interannuale: 1684.64 kWh  
 Variazione di produzione a causa di:  
   Angolo d'incidenza: -3.83 %  
   Effetti spettrali: 0.7 %  
   Temperatura e irradianza bassa: -11.64 %  
 Perdite totali: -31.54 %

Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:

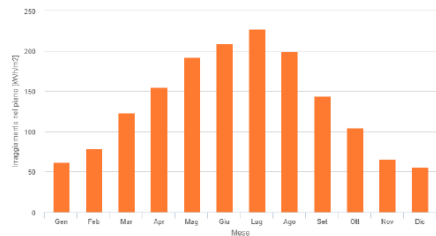
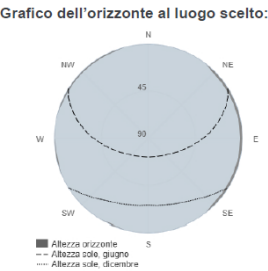


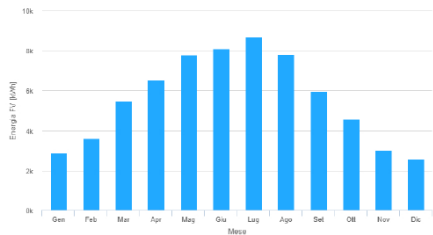
Figura 13: Energia prodotta - impianto 1 falda N-E

PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

Valori inseriti:	Output del calcolo	
Latitudine/Longitudine: 40.528,16.528	Angolo inclinazione: 6 °	
Orizzonte: Calcolato	Angolo orientamento: 70 °	
Database solare: PVGIS-SARAH3	Produzione annuale FV: 67043.67 kWh	
Tecnologia FV: Silicio cristallino	Irraggiamento annuale: 1658.67 kWh/m²	
FV installato: 59 kWp	Variazione interannuale: 1809.62 kWh	
Perdite di sistema: 20 %	Variazione di produzione a causa di:	
	Angolo d'incidenza: -3.63 %	
	Effetti spettrali: 0.73 %	
	Temperatura e irradianza bassa: -11.78 %	
	Perdite totali: -31.49 %	



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:

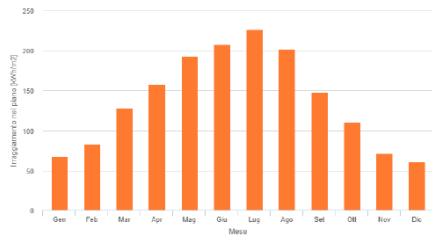


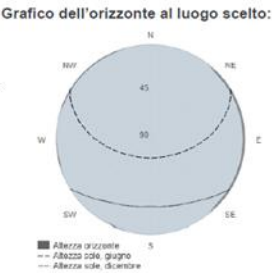
Figura 14: Energia prodotta - impianto 1 falda S-W

IMPIANTO 2:

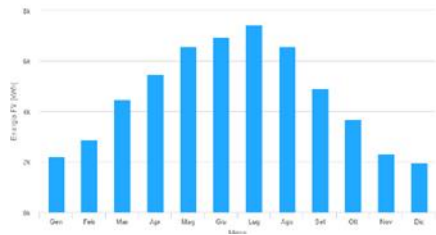
IMPIANTO	3A_FV2
n. moduli	236 da 500 Wp cadauno
Materiale	Silicio monocristallino
Potenza di picco	118 kWp
Potenza di immissione	100 kW
Esposizione	Falda N-E: -110°; Falda S-W: +70° (Palestra) N-E: -110° (Scuola)
Perdite di sistema	20%
Montaggio	In aderenza, inclinazione 6° su palestra Su elementi prefabbricati di cemento, inclinazione 10° (scuola)
Coordinate	40.5281N, 16.5281E
Irraggiamento annuale	1658,67 kWh/mq
Producibilità	Falda N-E: 55'288,51 kWh/anno (palestra)
	Falda S-W: 56'816,67 kWh/anno (palestra)
	Copertura N-E: 19'613,28 kWh/anno (scuola)
	<b>TOTALE: 131'718,46 kWh/anno</b>

PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

Valori inseriti:	Output del calcolo	
Latitudine/Longitudine: 46.528,16.528	Angolo inclinazione: 6 °	
Orizzonte: Calcolato	Angolo orientamento: -110 °	
Database solare: PVGIS-SARAH3	Produzione annuale FV: 55288.51 kWh	
Tecnologia FV: Silicio cristallino	Irraggiamento annuale: 1615.24 kWh/m²	
FV installato: 50 kWp	Variazione interannuale: 1427.66 kWh	
Perdite di sistema: 20 %	Variazione di produzione a causa di:	
	Angolo d'incidenza: -3.83 %	
	Effetti spettrali: 0.7 %	
	Temperatura e irradianza bassa: -11.64 %	
	Perdite totali: -31.54 %	



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:

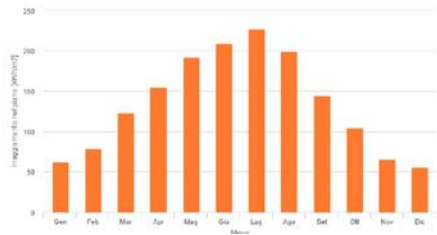


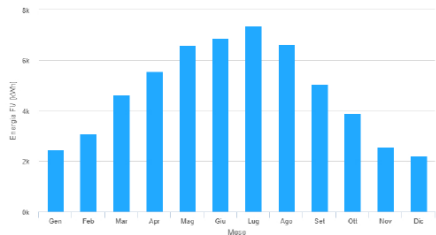
Figura 15: Impianto 2: Falda N-E

PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

Valori inseriti:	Output del calcolo	
Latitudine/Longitudine: 46.528,16.528	Angolo inclinazione: 6 °	
Orizzonte: Calcolato	Angolo orientamento: 70 °	
Database solare: PVGIS-SARAH3	Produzione annuale FV: 56816.67 kWh	
Tecnologia FV: Silicio cristallino	Irraggiamento annuale: 1658.67 kWh/m²	
FV installato: 50 kWp	Variazione interannuale: 1533.58 kWh	
Perdite di sistema: 20 %	Variazione di produzione a causa di:	
	Angolo d'incidenza: -3.63 %	
	Effetti spettrali: 0.73 %	
	Temperatura e irradianza bassa: -11.78 %	
	Perdite totali: -31.49 %	



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:

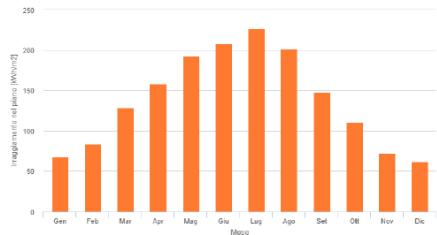


Figura 16: Impianto2: Falda S-W



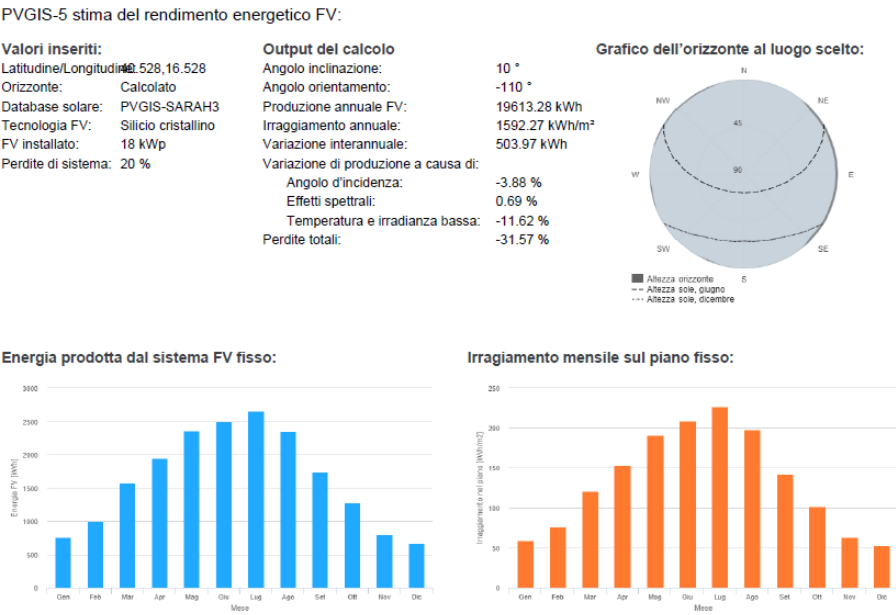


Figura 17: Impianto 2: Copertura N-E scuola

- EDIFICIO ARTIGIANALE

Sulla copertura dell'edificio artigianale è prevista l'installazione di n.2 impianti fotovoltaici della potenza di picco pari a 125,10 kWp e 100,80 kWp. e potenza di immissione di 100 kW cadauno. I due impianti sono posti in aderenza sulla copertura del fabbricato, dotato di una copertura a falde avente una modesta inclinazione.



Figura 18: Disposizione planimetrica impianti

Il calcolo della producibilità degli impianti è stato effettuato mediante l'ausilio dell'applicativo PVGIS, tenendo conto, per ciascuno di essi, della potenza di picco installata, perdite percentuali del sistema impiantistico, modalità di installazione dei moduli, inclinazione ed orientamento degli stessi, nonché delle coordinate geografiche del luogo in cui sono posti.

I moduli da impiegarsi sono da 450 Wp/cad. Essi saranno connessi in stringhe formate dalla connessione dei moduli in numero tale da garantire un valore adeguato delle grandezze elettriche per l'interfacciamento con i sistemi di conversione. Le stringhe sono poi raggruppate, mediante quadri elettrici di parallelo, al fine di ridurre il numero di cablaggi necessari per convogliare l'energia elettrica prodotta dalle stringhe fino al sistema di conversione statica.

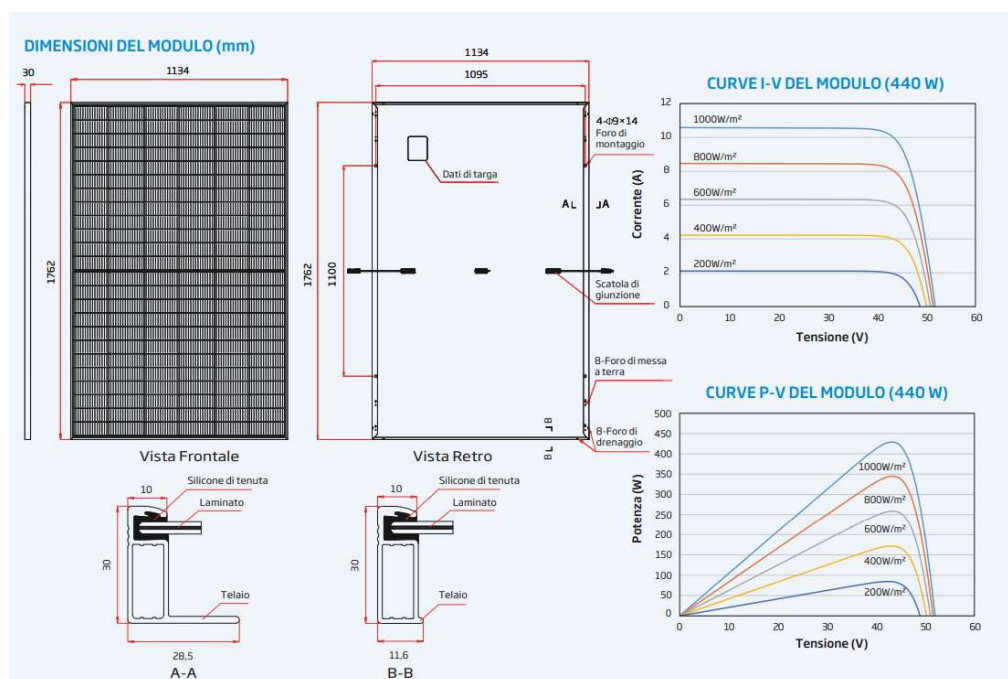


Figura 19: Modulo tipo da 450 Wp

DATI ELETTRICI (STC)	TSM-425 NEG9R.2B	TSM-430 NEG9R.2B	TSM-435 NEG9R.2B	TSM-440 NEG9R.2B	TSM-445 NEG9R.2B	TSM-450 NEG9R.2B
Potenza di picco max Watt-P <sub>MAX</sub> (Wp)*	425	430	435	440	445	450
Tolleranza di potenza-P <sub>MAX</sub> (W)	0/+5					
Tensione di massima potenza-V <sub>MPP</sub> (V)	42,9	43,2	43,6	44,0	44,3	44,6
Corrente di massima potenza-I <sub>MPP</sub> (A)	9,92	9,96	9,99	10,01	10,05	10,09
Tensione di circuito aperto-V <sub>OC</sub> (V)	50,9	51,4	51,8	52,2	52,6	52,9
Corrente di corto circuito-I <sub>SC</sub> (A)	10,56	10,59	10,64	10,67	10,71	10,74
Efficienza del modulo $\eta_m$ (%)	21,3	21,5	21,8	22,0	22,3	22,5
STC: Irraggiamento 1.000 W/m², Temperatura della cella 25 °C, Indice di massa d'aria AM 1.5. *Tolleranza misurata: ±3 %.						
DATI ELETTRICI (NOCT)	TSM-425 NEG9R.2B	TSM-430 NEG9R.2B	TSM-435 NEG9R.2B	TSM-440 NEG9R.2B	TSM-445 NEG9R.2B	TSM-450 NEG9R.2B
Potenza di picco max Watt-P <sub>MAX</sub> (Wp)	324	328	332	335	339	343
Tensione di massima potenza-V <sub>MPP</sub> (V)	40,0	40,4	40,7	41,0	41,3	41,6
Corrente di massima potenza-I <sub>MPP</sub> (A)	8,09	8,11	8,15	8,17	8,20	8,24
Tensione di circuito aperto-V <sub>OC</sub> (V)	48,2	48,7	49,1	49,4	49,8	50,1
Corrente di corto circuito-I <sub>SC</sub> (A)	8,51	8,53	8,57	8,60	8,63	8,65
NOCT: Irraggiamento a 800 W/m², Temperatura ambiente di 20 °C, Velocità del vento 1 m/s.						

Figura 20: Modulo tipo da 450 Wp

Per quanto riguarda i sistemi di conversione di corrente da continua ad alternata, ossia gli inverter, ciascun impianto sarà equipaggiato da un inverter da 100 kW, valore che corrisponde alla potenza di immissione di ciascun impianto. Si riporta di seguito le caratteristiche tecniche di ciascun inverter tipo da impiegarsi.



Specifiche tecniche		SUN2000-100KTL-M1
<b>Efficienza</b>		
Efficienza max		98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
Efficienza ponderata europea		98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V
<b>Ingresso</b>		
Tensione di ingresso max <sup>1</sup>		1,100 V
Max. Current per MPPT		25 A
Corrente di cortocircuito max		40 A
Tensione di avvio		200 V
Range tensione MPPT a piena potenza <sup>2</sup>		200 V ~ 1,000 V
Tensione di ingresso nominale		720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac
Numero di ingressi		20
Numero di tracker MPP		10
<b>Uscita</b>		
Connessione rete elettrica		100,000 W
Potenza di uscita nominale		110,000 VA
Potenza apparente max		110,000 W
Max. AC Active Power (cosφ=1)		480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Tensione di uscita nominale		50 Hz / 60 Hz
Frequenza rete CA nominale		120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V
Corrente nominale di uscita		133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V
Max. Corrente di uscita		0.8 capac., 0.9 indut
Fattore di potenza regolabile		< 3%
<b>Protezione</b>		
Dispositivo di disconnessione lato ingresso		Si
Protezione anti-islanding		Si
Protezione da sovracorrente CA		Si
Protezione da polarità inversa CC		Si
Monitoraggio degli errori delle stringhe di array		Si
Scaricatore di sovratensione CA		Tipo II
Scaricatore di sovratensioni CC		Tipo II
Rilevazione della resistenza di isolamento CC		Si
Monitoraggio corrente residua		Si
<b>Comunicazione</b>		
Display		Indicatori LED, WLAN + APP
RS485		Si
USB		Si
BUS di monitoraggio (MBUS)		Si (trasformatore di isolamento richiesto)
<b>Dati generali</b>		
Dimensioni (L x A x P)		1,035 x 700 x 365 mm
Peso (compresa staffa di montaggio)		90 kg
Range temperatura d'esercizio		-25°C ~ 60°C
Raffreddamento		Raffreddamento ad aria intelligente
Max. Altitudine operativa		4,000 m
Umidità di esercizio relativa		0 ~ 100%
Connettore CC		Staubli MC4
Connettori CA		Terminale PG impermeabile + connettore GT
Grado di protezione		IP66
Topologia		Trasformatore
Consumo energetico notturno		~ 3.5 W
<b>Conformità agli standard (altri disponibili su richiesta)</b>		
Sicurezza		EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Standard connessioni alla rete		VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

Figura 21: Inverter tipo da 100 kW

L'energia prodotta da ciascuno di questi impianti è riportata nelle tabelle seguenti:

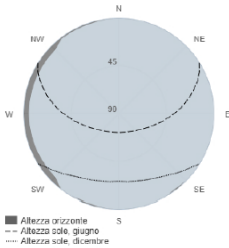
**IMPIANTO 3:**

IMPIANTO	3A_FV3
n. moduli	278 da 450 Wp cadauno
Materiale	Silicio monocristallino
Potenza di picco	125,10 kWp
Potenza di immissione	100 kW
Esposizione	Falda N-W: 138°; Falda S-E: -42°
Perdite di sistema	20%
Montaggio	In aderenza, inclinazione 6°
Coordinate	40.5222N, 16.5428E
Irraggiamento annuale	1658,67 kWh/mq
Producibilità	Falda N-W: 66'924,15 kWh/anno
	Falda S-E: 73'192,67 kWh/anno
	<b>TOTALE: 140'116,82 kWh/anno</b>

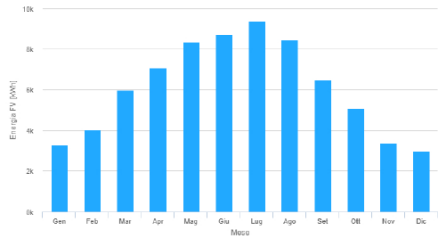
PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

Valori inseriti:	Output del calcolo
Latitudine/Longitudine: 40.522,16.543	Angolo inclinazione: 6 °
Orizzonte: Calcolato	Angolo orientamento: -42 °
Database solare: PVGIS-SARAH3	Produzione annuale FV: 73192.67 kWh
Tecnologia FV: Silicio cristallino	Irraggiamento annuale: 1704.5 kWh/m²
FV installato: 62.55 kWp	Variazione interannuale: 2007.06 kWh
Perdite di sistema: 20 %	Variazione di produzione a causa di:
	Angolo d'incidenza: -3.42 %
	Effetti spettrali: 0.73 %
	Temperatura e irradianza bassa: -11.8 %
	Perdite totali: -31.35 %

Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:

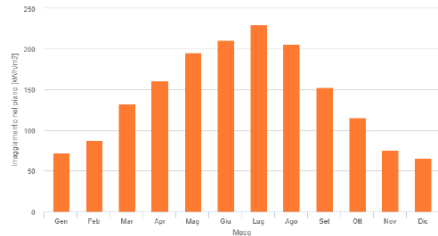


Figura 22: Impianto 3 - Falda S-E

PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

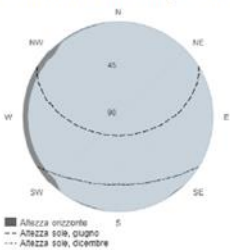
Valori inseriti:

Latitudine/Longitudine: 40.522, 16.543  
 Orizzonte: Calcolato  
 Database solare: PVGIS-SARAH3  
 Tecnologia FV: Silicio cristallino  
 FV installato: 62.55 kWp  
 Perdite di sistema: 20 %

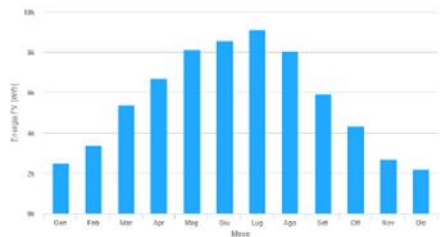
Output del calcolo

Angolo inclinazione: 6 °  
 Angolo orientamento: 138 °  
 Produzione annuale FV: 66924.15 kWh  
 Irraggiamento annuale: 1567.45 kWh/m²  
 Variazione interannuale: 1681.89 kWh  
 Variazione di produzione a causa di:  
 Angolo d'incidenza: -4.1 %  
 Effetti spettrali: 0.68 %  
 Temperatura e irradianza bassa: -11.63 %  
 Perdite totali: -31.74 %

Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:

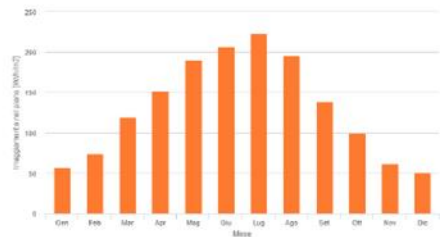


Figura 23: Impianto 3 - Falda N-W

**IMPIANTO 4:**

IMPIANTO	3A_FV4
n. moduli	224 da 450 Wp cadauno
Materiale	Silicio monocristallino
Potenza di picco	100,80 kWp
Potenza di immissione	100 kW
Esposizione	Falda N-W: 138°; Falda S-E: -42°
Perdite di sistema	20%
Montaggio	In aderenza, inclinazione 6°
Coordinate	40.5222N, 16.5428E
Irraggiamento annuale	1658,67 kWh/mq
Producibilità	Falda N-W: 53'924,49 kWh/anno
	Falda S-E: 58'975,39 kWh/anno
	<b>TOTALE: 112'899,88 kWh/anno</b>

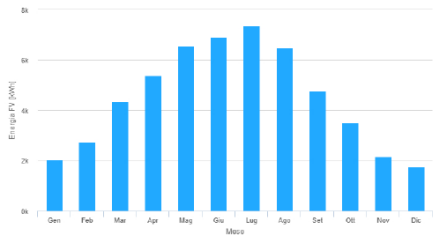


PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

Valori inseriti:	Output del calcolo	
Latitudine/Longitudine: 46.522,16.543	Angolo inclinazione: 6 °	
Orizzonte: Calcolato	Angolo orientamento: 138 °	
Database solare: PVGIS-SARAH3	Produzione annuale FV: 53924.49 kWh	
Tecnologia FV: Silicio cristallino	Irraggiamento annuale: 1567.45 kWh/m²	
FV installato: 50.4 kWp	Variazione interannuale: 1355.19 kWh	
Perdite di sistema: 20 %	Variazione di produzione a causa di:	
	Angolo d'incidenza: -4.1 %	
	Effetti spettrali: 0.68 %	
	Temperatura e irradianza bassa: -11.63 %	
	Perdite totali: -31.74 %	



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:

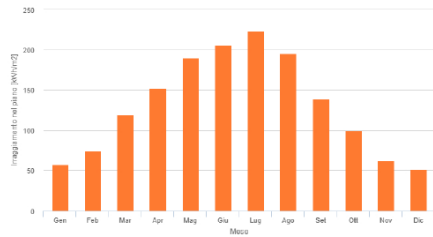


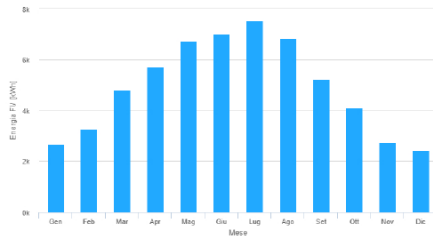
Figura 24: Impianto4 - Falda N-W

PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

Valori inseriti:	Output del calcolo	
Latitudine/Longitudine: 46.522,16.543	Angolo inclinazione: 6 °	
Orizzonte: Calcolato	Angolo orientamento: -42 °	
Database solare: PVGIS-SARAH3	Produzione annuale FV: 58975.39 kWh	
Tecnologia FV: Silicio cristallino	Irraggiamento annuale: 1704.5 kWh/m²	
FV installato: 50.4 kWp	Variazione interannuale: 1617.20 kWh	
Perdite di sistema: 20 %	Variazione di produzione a causa di:	
	Angolo d'incidenza: -3.42 %	
	Effetti spettrali: 0.73 %	
	Temperatura e irradianza bassa: -11.8 %	
	Perdite totali: -31.35 %	



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:

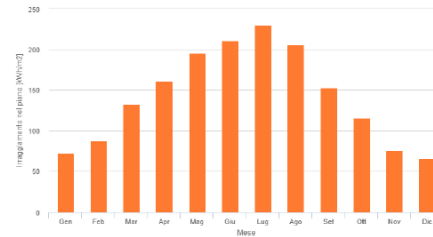


Figura 25: Impianto 4 - Falda S-E

Quindi, complessivamente i quattro impianti produrranno circa **517'019,27 kWh/anno** di energia elettrica.

4.2 VALUTAZIONE DI SOSTENIBILITÀ

Si procede ora al calcolo del risparmio di emissioni in atmosfera mediante il metodo definito LOCATION BASED, il quale utilizza il mix energetico della rete elettrica nazionale in quanto l'energia immessa in rete è prodotta da fonti fossili, come gas, carbone e derivati, fonti geotermiche e fonti rinnovabili come eolico e fotovoltaico.

Con riferimento al rapporto ISPRA 2024 *“Efficiency and decarbonization indicators in Italy and in the biggest European Countries - Edition 2024”* si sono estrapolati i fattori di emissione degli inquinanti per kWh di energia prodotta.

Table 1.16 – Emissions factors of GHGs in the power sector for electricity and heat production (g CO<sub>2</sub>eq/kWh).

Gas	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023*
CO <sub>2</sub>	450.39	382.27	315.96	308.06	303.23	285.83	270.70	255.16	261.91	293.41	250.35
CH <sub>4</sub>	0.51	0.54	0.74	0.74	0.73	0.72	0.72	0.72	0.69	0.68	0.65
N <sub>2</sub> O	1.24	1.29	1.47	1.42	1.32	1.29	1.18	1.16	1.08	1.17	1.06
<b>GHGs</b>	<b>452.14</b>	<b>384.11</b>	<b>318.17</b>	<b>310.23</b>	<b>305.27</b>	<b>287.84</b>	<b>272.59</b>	<b>257.04</b>	<b>263.68</b>	<b>295.27</b>	<b>252.05</b>

\* Preliminary data.

Table 1.18 – Emissions factors of atmospheric pollutants in the power sector for electricity and heat production (mg/kWh).

Pollutant	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2019	2021	2022
NO <sub>x</sub>	368.44	288.07	253.12	237.66	226.91	218.32	210.27	200.97	199.45	207.97
SO <sub>x</sub>	524.75	222.46	95.41	71.72	63.31	58.41	47.86	42.73	39.03	49.64
COVNM	50.95	71.14	80.57	85.65	84.45	85.34	87.53	89.65	85.57	85.07
CO	105.49	101.12	94.32	96.30	97.61	93.37	94.63	92.50	92.44	93.74
NH <sub>3</sub>	0.66	0.65	0.71	0.60	0.54	0.50	0.37	0.32	0.30	0.41
PM <sub>10</sub>	16.91	8.07	4.17	3.60	3.36	2.97	2.71	2.43	2.47	2.69

I principali inquinanti riguardano i gas climalteranti:

CO<sub>2</sub>: ANIDRIDE CARBONICA

CH<sub>4</sub>: METANO

N<sub>2</sub>O: PROTOSSIDO DI AZOTO

E altri inquinanti:

NO<sub>x</sub>: OSSIDI DI AZOTO

SO<sub>x</sub>: OSSIDI DI ZOLFO

COVNM: COMPOSTI ORGANICI VOLATILI NON METANICI

CO: MONOSSIDO DI CARBONIO

NH<sub>3</sub>: AMMONIACA

PM<sub>10</sub>: PARTICOLATO

Quindi, con riferimento alla producibilità attesa dei quattro impianti:

Impianto 1 (kWh/anno)	132284,11
Impianto 2 (kWh/anno)	131718,46
Impianto 3 (kWh/anno)	140116,82
Impianto 4 (kWh/anno)	112899,88
<b>TOTALE (kWh/anno)</b>	<b>517019,27</b>

		<b>Fattore di emissione</b>	<b>Risparmio (CO<sub>2</sub> eq)</b>	
<b>GAS SERRA</b>	<b>Inquinante</b>	<b>g/kWh</b>	<b>kg</b>	<b>tonnellate</b>
	CO <sub>2</sub>	250,35	129435,77	129,44
	CH <sub>4</sub>	0,65	336,06	0,34
	N <sub>2</sub> O	1,06	548,04	0,55
	<b>TOTALE ANNUO</b>		<b>130319,88</b>	<b>130,32</b>

		<b>Fattore di emissione</b>	<b>Risparmio</b>	
<b>ALTRI INQUINANTI</b>	<b>Inquinante</b>	<b>g/kWh</b>	<b>kg</b>	<b>tonnellate</b>
	NO <sub>x</sub>	207,97	107524497,58	107524,50
	SO <sub>x</sub>	49,64	25664836,56	25664,84
	COVNM	85,07	43982829,30	43982,83
	CO	93,74	48465386,37	48465,39
	NH <sub>3</sub>	0,41	211977,90	211,98
	PM <sub>10</sub>	2,69	1390781,84	1390,78
	<b>TOTALE ANNUO</b>		<b>50068146,11</b>	<b>50068,15</b>

In termini di tep (tonnellate equivalenti di petrolio), considerando che

$$1 \text{ tep} = 5347 \text{ kWh elettrici}$$

$$\frac{517019,27}{5347} = 96,69 \text{ tep/anno}$$

## 5. CONCLUSIONI

Esaminando i risultati ottenuti, possiamo concludere che l'intervento risulta particolarmente vantaggioso in termini di sostenibilità ambientale. Infatti, l'utilizzo di energia prodotta da fonte rinnovabile del tipo solare fotovoltaica consente di ottenere un risparmio in termini di emissioni totali di gas serra pari a 130,32 tonnellate /anno di CO<sub>2</sub> equivalente. In termini di paragone, un albero adulto assorbe mediamente 170 kg di CO<sub>2</sub> all'anno, pertanto

$$\frac{130319,88}{170} \cong 767 \text{ alberi}$$

Matera, 11/02/2025

il tecnico

Ing. Vincenzo SANTAMARIA