



**Salvetti Graneroli**  
engineering

# IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DI MONSUMMANO

## Progetto

### IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA SITO NEL COMUNE DI MONSUMMANO TERME (PT)

Istanza di valutazione di impatto ambientale per la costruzione  
e l'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica  
alimentati da fonti rinnovabili ai sensi degli artt. 23, 24-24 bis e  
25 del D.Lgs.152/2006

## PROGETTO DEFINITIVO

## Oggetto

A - RELAZIONI  
Relazione tecnica illustrativa

## Aggiornamenti

Rev.	Data	Descrizione
0	03/04/2023	Emissione

## Committente

RNE6 S.R.L.  
Viale San Michele del Carso, 22  
20144 Milano (MI)

Data	Scala	Tavola
03/04/2023	-	A.01_00

## Progettista



SONDRIO L. Mallero Cadorna, 49  
Tel: 0342.211625  
Fax: 0342.519070  
E-mail: info@salvettigraneroli.com  
PEC: salvettigraneroliengineering@pec.it  
C.F./P.IVA: 01013400146

---

# SOMMARIO

---

1	PREMESSA .....	4
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	6
2.1	DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELLE AREE .....	10
3	ANALISI DI PRODUCIBILITÀ.....	10
3.1	RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA SU BASE GIORNALIERA .....	10
3.2	PRODUCIBILITA' DEL SISTEMA.....	11
3.3	ASPETTI AMBIENTALI.....	13
4	DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO.....	15
5	PRINCIPALI COMPONENTI DI IMPIANTO.....	16
5.1	MODULI FOTOVOLTAICI .....	17
5.2	STRUTTURE DI SOSTEGNO.....	20
5.3	POWER STATION, INVERTER E TRASFORMATORE.....	22
5.3.1	QUADRO DI PARALLELO BT.....	25
5.3.2	TRASFORMATORE BT/MT.....	26
5.4	CABINA DI SMISTAMENTO, CONTROL ROOM E CABINA UTENTE MT.....	26
5.5	LINEA ELETTRICA DI COLLEGAMENTO MT.....	27
5.5.1	CANALIZZAZIONI .....	27
5.5.2	PROTEZIONE E SEGNALAZIONE DEI CAVI .....	29
5.5.3	DISTANZA DEI CAVIDOTTI MT-BT DA ALTRE OPERE .....	29
5.6	SISTEMA DI ACCUMULO BESS .....	30
5.7	CONNESSIONE ALLA RTN.....	31
5.7.1	SOTTOSTAZIONE ELETTRICA .....	32
5.7.2	LINEA ELETTRICA DI CONNESSIONE AT.....	32
5.7.3	NUOVO STALLO DI COLLEGAMENTO SU CP ESISTENTE.....	33
5.8	CANCELLI E RECINZIONE PERIMETRALE.....	34
5.8.1	ACCESSO AI CAMPI FV .....	34
5.9	MISURE DI MITIGAZIONE.....	35
5.10	VIABILITÀ PERIMETRALE ED INTERNA .....	36
5.11	SISTEMA DI SUPERVISIONE E DI TELECONTROLLO .....	37
5.12	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E DI VIDEOSORVEGLIANZA .....	38
5.13	LINEE ELETTRICHE INTERRATE DI MEDIA E BASSA TENSIONE .....	39
5.14	IMPIANTO DI TERRA .....	39

6	AGRIVOLTAICO .....	40
6.1	REQUISITO A .....	40
6.2	REQUISITO B .....	42
6.3	REQUISITO C .....	43
7	SCAVI E MOVIMENTI TERRA .....	44
8	COLLAUDI.....	45
8.1	PROVE DI TIPO .....	45
8.2	PROVE DI ACCETTAZIONE IN OFFICINA .....	45
8.3	VERIFICHE IN CANTIERE.....	45
8.4	PROVE DI ACCETTAZIONE IN SITO .....	46
9	MESSA IN SERVIZIO.....	47
10	ALTERNATIVE PROGETTUALI .....	47
10.1	VARIANTI DI TIPO PROGETTUALE .....	48
10.2	ALTERNATIVE POSSIBILI IN MERITO ALL'UBICAZIONE DEL SITO .....	48
10.3	ALTERNATIVA ZERO (NESSUNA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO).....	50
11	ALLEGATI.....	51
11.1	PVSYST – RAPPORTO DI SIMULAZIONE CAMPO 1 .....	51
11.2	PVSYST – RAPPORTO DI SIMULAZIONE CAMPO 2 .....	52

---

## INDICE DELLE FIGURE

---

FIGURA 1.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE [FONTE: GOOGLE EARTH] .....	6
FIGURA 2.	FOTO AEREA AREA DI PROGETTO – CAMPO 1 .....	7
FIGURA 3.	FOTO AEREA AREA DI PROGETTO – CAMPO 2 .....	7
FIGURA 4.	DATI METERELOGICI (FONTE PVGIS-SARAH) .....	11
FIGURA 5.	PVSYST – SOMMARIO CAMPO 1 .....	12
FIGURA 6.	PVSYST – SOMMARIO CAMPO 2 .....	13
FIGURA 7.	SCHEDA TECNICA MODULI FV .....	19
FIGURA 8.	PARTICOLARI STRUTTURA DI SOSTEGNO MODULI .....	20
FIGURA 9.	PARTICOLARI TRACKER - POSIZIONI .....	21
FIGURA 10.	POWER STATION .....	25
FIGURA 11.	INVERTER SIEMENS .....	25
FIGURA 12.	PIANTA CABINA UTENTE MT .....	27
FIGURA 13.	SEZIONE TIPO POSA LINEA ELETTRICA .....	28

FIGURA 14. SCHEDA TECNICA BESS.....	31
FIGURA 15. SEZIONE TIPO POSA LINEA ELETTRICA .....	33
FIGURA 16. PARTICOLARE CANCELLO DI INGRESSO.....	34
FIGURA 17. SEZIONE MITIGAZIONI TIPO 1A - CAMPO 1.....	36
FIGURA 18. PROSPETTO MITIGAZIONE TIPO 1A - CAMPO 2 .....	36
FIGURA 19. SCHEMA VIABILITÀ .....	37
FIGURA 20. - SISTEMA AGRIVOLTAICO IN CUI LA COLTIVAZIONE AVVIENE TRA LE FILE DEI MODULI FOTOVOLTAICI, E NON AL DI SOTTO DI ESSI. ....	43

---

## INDICE DELLE TABELLE

---

TABELLA 1 – DATI RELATIVI AL COMMITTENTE.....	5
TABELLA 2 - COORDINATE WGS84 UTM ZONE 32N DELL’IMPIANTO.....	9
TABELLA 3. MAPPALI INTERESSATI DALLE OPERE .....	9
TABELLA 4. DATI PRINCIPALI IMPIANTO FV.....	15

---

# 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di fornire una descrizione tecnica generale delle soluzioni adottate nel progetto definitivo/esecutivo per la realizzazione di un nuovo impianto Agrivoltaico di Monsummano da realizzarsi nel Comune di Monsummano Terme.

La relazione ha lo scopo di descrivere i criteri utilizzati per le scelte progettuali, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali scelti, nonché i criteri di progettazione dell'impianto per quanto riguarda la funzionalità e l'economia di gestione.

L'impianto Agrivoltaico avrà una potenza nominale complessiva di 59'443,20 kWp ripartita su due campi aventi le seguenti potenze:

- Campo 1 di potenza nominale complessiva di 55'152,00 kWp;
- Campo 2 di potenza nominale complessiva di 4'291,20 kWp.

La massima potenza ammessa in immissione per l'impianto Agrivoltaico è pari a 60.000 kW secondo quanto riportato nel preventivo di connessione trasmesso dal gestore della linea elettrica.

Il progetto prevede anche la realizzazione di un sistema di accumulo BESS da 10 MW (40 MWh di capacità di accumulo) e di una nuova stazione di trasformazione ricavati entrambi in corrispondenza del terreno su cui sorge il campo 2.

L'impianto Agrivoltaico sarà realizzato su terreno e sarà sostanzialmente costituito da:

- moduli fotovoltaici fissati su apposite strutture infisse nel terreno con inseguitore monoassiale autoalimentato;
- venticinque power station di trasformazione e conversione dell'energia, quattro cabine di smistamento ed una cabina utente MT;
- recinzione perimetrale;
- impianto di illuminazione e videosorveglianza;
- viabilità di servizio;
- linea elettrica MT (collegamento campo 1-stazione di trasformazione);
- stazione di trasformazione;
- linea elettrica AT (collegamento stazione di trasformazione-C.P. 132 kV di Monsummano Terme);
- nuovo stallo di consegna AT.

I dati principali dei committenti, relativi all'impianto sono:

<b>DATI RELATIVI AL COMMITTENTE</b>	
<b>Committente</b>	RNE6 S.r.l.
<b>Sede Legale</b>	Viale San Michele del Carso 22 – 20144 Milano
<b>P.IVA</b>	12432360969
<b>C.F.</b>	12432360969

Tabella 1 – Dati relativi al committente

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto Agrivoltaico sorgerà su una superficie totale di circa 73,45 ettari. L'area di intervento si colloca in Toscana, in Val di Nievole, nel territorio amministrato dal Comune di Monsummano Terme. Poste a circa 10 chilometri in direzione Sud-Ovest dal capoluogo provinciale di Pistoia, le superfici interessate dalla realizzazione del parco fotovoltaico sono due e occupano aree agricole in parte frutto di bonifica storica, collocandosi marginalmente (a nord) dell'area umida del Padule di Fucecchio. I due campi sono collocati più precisamente lungo Via del Fossetto, l'uno appena a sud del centro abitato di Monsummano Terme, estendendosi fra la viabilità citata e Via dei Girasoli (campo 2), l'altro (campo 1) ad ovest delle località Uggia-Pazzera – Bizzarrino e Cintolese.



Figura 1. Inquadramento territoriale [Fonte: Google Earth]

LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	
<b>Regione</b>	Toscana
<b>Provincia</b>	Pistoia
<b>Comune</b>	Monsummano Terme
<b>Località</b>	Fossetto



Figura 2. Foto aerea area di progetto – Campo 1



Figura 3. Foto aerea area di progetto – Campo 2

Così come indicato negli ultimi Certificati di Destinazione urbanistica del 24/02/2023 si evidenzia che le particelle catastali interessate dall'impianto Agrivoltaico risultano avere le seguenti destinazioni urbanistiche:

○ **Foglio n. 16 mappale n.37**

E1 - Aree ad agricoltura promiscua (art. 87 delle NTA) per l'intero mappale.

Fasce di rispetto stradale (art. 121 delle NTA ) sovrapposta alla destinazione di zona

○ **Foglio n. 28 mappale n.21**

EA5 - Aree agricole della bonifica storica (art. 85 delle NTA) per porzione del mappale.

Corsi d'acqua e relative formazioni arboree d'argine o di ripa (art. 135 delle NTA) per porzione del mappale.

Fasce di rispetto stradale (art. 121 delle NTA ) sovrapposta alla destinazione di zona

○ **Foglio n. 28 mappali n.26-27 / Foglio n. 33 mappali n.12-14-22-24-36**

EA5 - Aree agricole della bonifica storica (art. 85 delle NTA) per porzione del mappale.

Corsi d'acqua e relative formazioni arboree d'argine o di ripa (art. 135 delle NTA) per porzione del mappale.

○ **Foglio n. 28 mappali n.28-29-30-31-32-98 / Foglio n. 33 mappali n.6-7-23-25-26-28-33-34-35-37-38-98**

EA5 - Aree agricole della bonifica storica (art. 85 delle NTA) per l'intero mappale.

○ **Foglio n. 28 mappale n.99**

EA5 - Aree agricole della bonifica storica (art. 85 delle NTA) per l'intero mappale.

Fasce di rispetto stradale (art. 121 delle NTA ) sovrapposta alla destinazione di zona

○ **Foglio n. 33 mappali n.13-15-16**

Corsi d'acqua e relative formazioni arboree d'argine o di ripa (art. 135 delle NTA) per l'intero mappale.

○ **Foglio n. 33 mappale n.17**

Corsi d'acqua e relative formazioni arboree d'argine o di ripa (art. 135 delle NTA) per porzione del mappale.

Viabilità esistente (art. 120 delle NTA) per porzione del mappale.

Fasce di rispetto stradale (art. 121 delle NTA ) sovrapposta alla destinazione di zona.

○ **Foglio n. 33 mappale n.95**

EA5 - Aree agricole della bonifica storica (art. 85 delle NTA) per porzione del mappale.  
Corsi d'acqua e relative formazioni arboree d'argine o di ripa (art. 135 delle NTA)  
per porzione del mappale.

Percorso naturalistici (art.125 delle NTA) sovrapposta alla destinazione di zona;

○ **Foglio n. 33 mappale n.96**

EA5 - Aree agricole della bonifica storica (art. 85 delle NTA) per porzione del mappale.  
Corsi d'acqua e relative formazioni arboree d'argine o di ripa (art. 135 delle NTA)  
per porzione del mappale.

Viabilità esistente (art. 120 delle NTA) per porzione del mappale.

Percorso naturalistici (art.125 delle NTA) sovrapposta alla destinazione di zona;

○ **Foglio n. 33 mappale n.115**

EA5 - Aree agricole della bonifica storica (art. 85 delle NTA) per porzione del mappale.  
Corsi d'acqua e relative formazioni arboree d'argine o di ripa (art. 135 delle NTA)  
per porzione del mappale.

Viabilità esistente (art. 120 delle NTA) per porzione del mappale.

Fasce di rispetto stradale (art. 121 delle NTA ) sovrapposta alla destinazione di zona.

<b>COORDINATE UTM WGS 84 DELL'IMPIANTO</b>		
	CAMPO 1	CAMPO 2
<b>X</b>	646.354	645.378
<b>Y</b>	4.854.929	4.857.212

Tabella 2 - Coordinate WGS84 UTM Zone 32N dell'impianto

Dal punto di vista catastale le opere ricadono nei seguenti mappali:

<b>MAPPALI IMPIANTO</b>			
OPERA	COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
<b>CAMPO 1</b>	Monsummano Terme	28	21-26-27-28-29-30-31-32-98-99
		33	6-7-12-13-14-15-16-17-22-23-24-25-26-28-33-34-35-36-37-38-95-96-98-115
<b>CAMPO 2</b>	Monsummano Terme	16	37

Tabella 3. Mappali interessati dalle opere

## 2.1 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELLE AREE

---

I terreni che ospitano l'impianto Agrivoltaico oggetto di questa relazione sono costituiti da area avente un'estensione totale di circa 73,45 ettari di cui 66,55 ettari occupati dal campo 1 e 6,9 ettari occupati dal campo 2. L'utilizzo attuale del terreno è agricolo.

La scelta del sito di localizzazione dell'impianto Agrivoltaico si basa, oltre che sulla disponibilità del terreno, anche sui seguenti aspetti:

- assenza di vincoli paesaggistici e aree protette;
- assenza di edifici monumentali tutelati;
- facile accessibilità al sito con strade di penetrazione locali che non rendono necessario aprire nuovi tratti di viabilità per raggiungere l'area di ubicazione dell'impianto.

---

## 3 ANALISI DI PRODUCIBILITÀ

Il calcolo della producibilità è stato effettuato imputando il modello del sistema nel software di simulazione PVSyst vers. 7.3.2 del quale si riporta in allegato alla presente relazione il rapporto di simulazione.

### 3.1 RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA SU BASE GIORNALIERA

---

Il database internazionale PVGIS-SARAH rende disponibili i dati meteorologici per la Frazione Uggia - Pazzera - Bizzarrino, nel Comune di Monsummano Terme (PT): 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.

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



SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

PVsyst V7.3.2

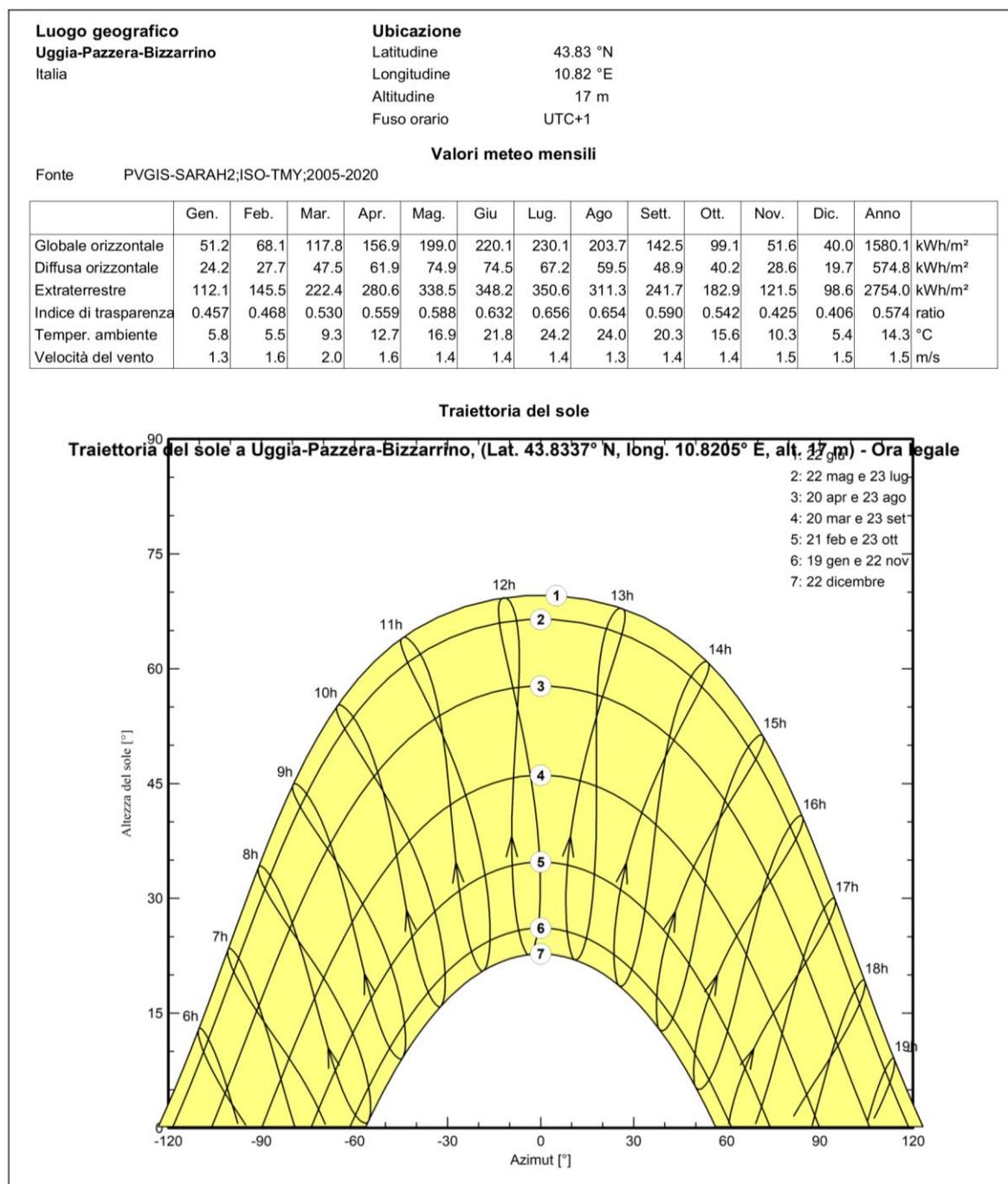


Figura 4. Dati meteorologici (fonte PVGIS-SARAH)

### 3.2 PRODUCIBILITA' DEL SISTEMA

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 95'565 MWh/anno così suddiviso:

- Campo 1: 89'125 MWh/anno
- Campo 2: 6'440 MWh/anno

Considerate la potenza nominale dell'impianto si ha una produzione specifica pari a:

- Campo 1: 1.616 kWh/KWc/anno
- Campo 2: 1.501 kWh/KWc/anno

L'impianto in progetto consente di ottenere un indice di rendimento (Performance Ratio PR) pari:

- Campo 1: 73,14 % al primo anno di esercizio
- Campo 2: 70,53 % al primo anno di esercizio



**PVsyst V7.3.2**  
VC0, Simulato su  
30/03/23 08:47  
con v7.3.2

### Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 1

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

#### Sommario del progetto

<b>Luogo geografico</b> Uggia-Pazzera-Bizzarrino Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 43.83 °N Longitudine 10.82 °E Altitudine 17 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> Uggia-Pazzera-Bizzarrino PVGIS-SARAH2;ISO-TMY;2005-2020		

#### Sommario del sistema

<b>Sistema connesso in rete</b>	<b>Sistema inseguitori</b>		<b>Ombre vicine</b>
<b>Orientamento campo FV</b> <b>Orientamento</b> Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 0°	<b>Algoritmo dell'inseguimento</b> Ottimizzazione irraggiamento		Ombre lineari Diffuse shading tutti gli inseguitori
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b>	<b>Inverter</b>		
Nr. di moduli	91920 unità	Numero di unità	23 unità
Pnom totale	55.15 MWc	Pnom totale	46.00 MWac
		Rapporto Pnom	1.199
<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)			

#### Sommario dei risultati

Energia prodotta	89124881 kWh/anno	Prod. Specif.	1616 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR	73.14 %
------------------	-------------------	---------------	-------------------	----------------------	---------

Figura 5. PVsyst – Sommario Campo 1



**PVsyst V7.3.2**  
VC2, Simulato su  
30/03/23 09:30  
con v7.3.2

## Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 2

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

Sommaro del progetto			
<b>Luogo geografico</b> Uggia-Pazzera-Bizzarrino Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 43.83 °N Longitudine 10.82 °E Altitudine 17 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20	
<b>Dati meteo</b> Uggia-Pazzera-Bizzarrino PVGIS-SARAH2;ISO-TMY;2005-2020			
Sommaro del sistema			
<b>Sistema connesso in rete</b> <b>Orientamento campo FV</b> <b>Orientamento</b> Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 38.7 °	<b>Sistema inseguitori</b> <b>Algoritmo dell'inseguimento</b> Calcolo astronomico	<b>Ombre vicine</b> Ombre lineari Diffuse shadingtutti gli inseguitori	
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Nr. di moduli 7152 unità Pnom totale 4291 kWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 2 unità Pnom totale 4000 kWac Rapporto Pnom 1.073		
<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)			
Sommaro dei risultati			
Energia prodotta 6439782 kWh/anno	Prod. Specif. 1501 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 70.53 %	

Figura 6. PVsyst – Sommaro Campo 2

### 3.3 ASPETTI AMBIENTALI

Come già specificato precedentemente, l'impianto in progetto produrrà complessivamente circa 95'565 MWh/anno; a parità di energia prodotta, un impianto alimentato da fonti non rinnovabili (olio combustibile, metano, carbone) produrrebbe un'emissione in atmosfera delle seguenti quantità di inquinanti:

- CO<sub>2</sub> (anidride carbonica): 50.649.000 kg/anno; tale quantitativo di CO<sub>2</sub> si riferisce alla quantità di CO<sub>2</sub> non immessa in atmosfera realizzando un impianto di tipo fotovoltaico della potenza di 59'443,20 kWp, evitando l'utilizzo di 17.870 T/anno di petrolio (TEP – tonnellate equivalenti petrolio). Si otterrà inoltre anche la mancata emissione in termini di NO<sub>x</sub>, pari a 39.180 kg/anno.

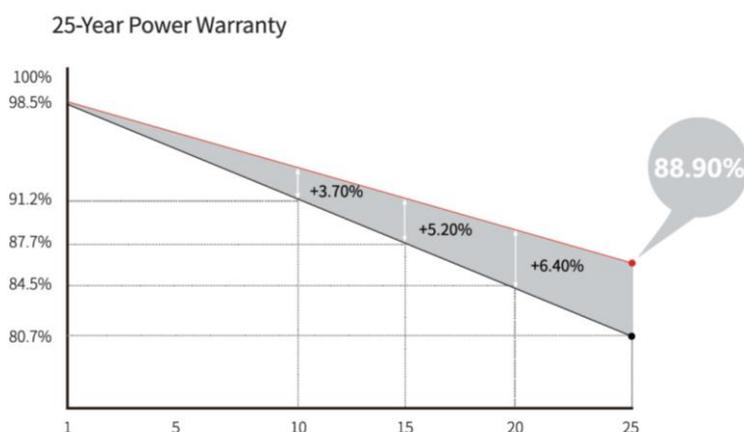
Si sottolinea che un impianto fotovoltaico non produce in atmosfera alcun quantitativo di anidride carbonica né di ossidi di azoto.

Tale risparmio di emissioni si inquadra perfettamente all'interno dell'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra definito dal Protocollo di Kyoto e dal successivo e più recente accordo di Parigi.

Dai dati riportati nell'estratto della scheda tecnica dei moduli fotovoltaici, si evince che considerato un decremento annuo di producibilità pari al 0,40 % (ipotesi di decremento lineare), al venticinquesimo anno di attività, l'impianto produrrebbe, comunque, ancora circa il 88,90% della produzione iniziale. Nell'arco dei 25 anni di riferimento produrrebbe circa 2'219.971 MWh di energia elettrica.

### Additional Value

---



In riferimento alle emissioni mancate nei 25 anni di attività dell'impianto fotovoltaico, si risparmierebbero circa 1'266.200 tonnellate di CO<sub>2</sub>, 446.700 tonnellate di petrolio equivalente (TEP) e 979.500 kg di NO<sub>x</sub> che sarebbero immessi nell'ambiente se, per la produzione di energia elettrica, si utilizzassero fonti non alternative quali combustibili fossili e gas.

## 4 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

Nella tabella seguente vengono riportate le principali caratteristiche dell'impianto:

<b>DATI PRINCIPALI IMPIANTO</b>			
	<b>CAMPO 1</b>	<b>CAMPO 2</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Numero tracker 24</b>	178	10	<b>188</b>
<b>Numero tracker 48</b>	204	8	<b>212</b>
<b>Numero tracker 96</b>	811	68	<b>879</b>
<b>Numero di moduli FV</b>	91'920	7'152	<b>99'072</b>
<b>Potenza moduli</b>	600 Wp		
<b>Fondazioni</b>	Pali infissi nel terreno		
<b>Distanziamento tra le file</b>	8,50 m di interasse		
<b>Potenza impianto</b>	55'152,00 kWp	4'291,20 kWp	<b>59'443,20 kWp</b>
<b>Produzione di energia</b>	89'125 MWh	6'440 MWh	<b>95'565 MWh</b>
<b>Numero di Power Stations</b>	23	2	<b>25</b>
<b>Numero cabine smistamento</b>	4	1	<b>5</b>

Tabella 4. Dati principali impianto FV

I moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale pari a 600 Wp e saranno installati “a terra” su strutture ad inseguimento mono-assiale, distanziate le una dalle altre, in direzione Est-Ovest, di circa 8,50 m (interasse strutture). Tali strutture saranno ancorate al terreno tramite dei pali infissi sui quali saranno poi inseriti i profili dove andranno fissati i moduli fotovoltaici. Tali strutture saranno realizzate in acciaio zincato o, per le parti più leggere, in alluminio. I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dei progetti oggetto della presente sono di tipo bifacciale; se ne prevede l'installazione sulle strutture in 2 file con i moduli disposti in verticale. Il punto più alto sul piano di campagna della struttura è pari a circa 480/490 cm mentre l'altezza minima è pari a circa 30/40 cm. La conversione della corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata fruibile dal sistema di distribuzione e trasmissione nazionale, verrà effettuata per mezzo di inverter di tipo centralizzato, che saranno disposti in modo idoneo ad assicurare il miglior funzionamento relativo all'accoppiamento inverter-stringa. Il campo 1 sarà completato dalle cabine di smistamento ed una cabina utente MT dalla quale partirà la linea elettrica avente una lunghezza pari a circa 2.540 ml necessaria per il collegamento dell'impianto fotovoltaico con la sottostazione elettrica che verrà realizzata in corrispondenza del campo 2. In corrispondenza del

campo 2, oltre alla sottostazione elettrica, verrà realizzato un sistema di accumulo BESS da 10 MW (40 MWh di capacità di accumulo). Per la connessione del parco Agrivoltaico alla rete elettrica nazionale è prevista la realizzazione di una nuova linea elettrica AT, avente una lunghezza pari a circa 1'052 ml, necessaria per il collegamento della nuova sottostazione elettrica con la cabina primaria "Monsummano". Nelle aree interessate dal parco Agrivoltaico è prevista la realizzazione di un sistema di viabilità interna che consentirà il raggiungimento di tutti i componenti del campo in modo agevole. L'accesso al campo avverrà attraverso i cancelli carrabili di larghezza pari a 400/500 cm, tre sul campo 1 e due sul campo 2. L'area interessata dalla realizzazione del parco Agrivoltaico sarà delimitata da una recinzione perimetrale a protezione degli apparati dell'impianto. Tale recinzione, avente un'altezza di circa 210 cm, sarà realizzata con in rete elettrosaldata a maglie rettangolari e sarà sorretta da pali metallici.

---

## 5 PRINCIPALI COMPONENTI DI IMPIANTO

L'impianto Agrivoltaico sarà costituito da:

1. Moduli fotovoltaici
2. Strutture di sostegno
3. Power station, inverter e trasformatore
4. Cabine di smistamento, control room e cabina utente MT
5. Linea elettrica di collegamento MT
6. Sistema di accumulo BESS
7. Sottostazione elettrica
8. Linea elettrica di connessione AT
9. Nuovo stallo di collegamento su CP esistente
10. Cancelli e recinzione perimetrale
11. Opere di mitigazione visiva
12. Viabilità perimetrale ed interna
13. Sistema di supervisione e di telecontrollo
14. Impianto di illuminazione e di videosorveglianza
15. Linee elettriche interrato di media e bassa tensione
16. Impianto di terra

## 5.1 MODULI FOTOVOLTAICI

---

I moduli fotovoltaici che verranno utilizzati per la realizzazione dell'impianto Agrivoltaico potranno essere del tipo monofacciale/bifacciale da 600 W tipo quelli della gamma Hi-MO6 LR5-72HTH di LONGi. Utilizzando la tecnologia delle celle ad alta efficienza HPBC, Hi-MO 6 raggiunge nella produzione in serie un'efficienza massima del 22,8%. Il modulo Hi-MO 6 offre prestazioni superiori in termini di rendimento, sicurezza ed estetica. L'HPBC (Hybrid Passivated Back Contact, ovvero passivazione ibrida del contatto posteriore) è una tecnologia per celle solari ad alta efficienza di nuova generazione, unica per il suo design privo di bus bar sul lato anteriore.

La tecnologia HPBC può migliorare notevolmente le capacità di assorbimento della luce e di conversione fotoelettrica della cella regolando la struttura interna della cella stessa, e può quindi aumentare efficacemente la potenza di uscita del modulo.

I moduli dotati di tecnologia HPBC sono in grado di generare un volume maggiore di energia in condizioni di alte temperature e di bassa irradiazione, oltre ad avere un comportamento superiore di fronte al degrado della potenza. In simulazioni globali di produzione di energia, i moduli Hi-MO 6 hanno dimostrato di offrire un vantaggio significativo nella generazione di elettricità rispetto ai prodotti PERC, con un aumento medio della produzione fino al 10% in scenari tipici.

Hi-MO 6 si avvale di una tecnologia di saldatura del contatto posteriore che utilizza uno schema di saldatura mono-linea piuttosto che la tradizionale struttura a Z, al fine di migliorare la resistenza del modulo alle rotture. Questo rivoluzionario design tecnologico, unito alla qualità del ciclo di vita LONGi, rende Hi-MO 6 uno dei moduli fotovoltaici più affidabili del mercato.

# Hi-MO 6

Scientists

## LR5-72HTH

# 580~600M

- Suitable for distributed projects
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability



15-year Warranty for  
Materials and Processing



25-year Warranty for Extra  
Linear Power Output

### Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO9001:2015: ISO Quality Management System

ISO14001: 2015: ISO Environment Management System

ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety

IEC62941: Guideline for module design qualification and type approval

# LONGI



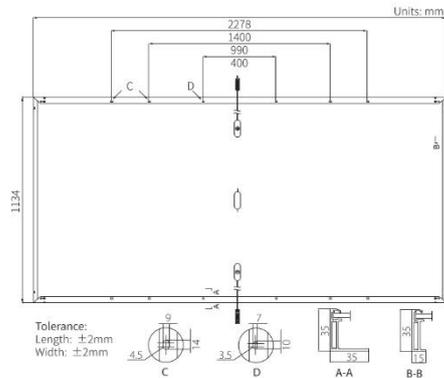
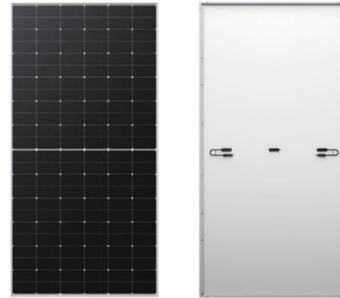
**Salveti Graneroli**  
engineering

# Hi-MO 6

# LR5-72HTH 580~600M

<b>23.2%</b> MAX MODULE EFFICIENCY	<b>0~3%</b> POWER TOLERANCE	<b>&lt;1.5%</b> FIRST YEAR POWER DEGRADATION	<b>0.40%</b> YEAR 2-25 POWER DEGRADATION
--	-----------------------------------	--	--

### Additional Value



### Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm <sup>2</sup> , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.5kg
Dimension	2278×1134×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC

### Electrical Characteristics

STC: AM1.5 1000W/m<sup>2</sup> 25°C    NOCT: AM1.5 800W/m<sup>2</sup> 20°C 1m/s    Test uncertainty for Pmax: ±3%

Module Type	LR5-72HTH-580M		LR5-72HTH-585M		LR5-72HTH-590M		LR5-72HTH-595M		LR5-72HTH-600M	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax/W)	580	433	585	437	590	441	595	445	600	448
Open Circuit Voltage (Voc/V)	52.21	49.02	52.36	49.16	52.51	49.30	52.66	49.44	52.81	49.58
Short Circuit Current (Isc/A)	14.20	11.47	14.27	11.52	14.33	11.57	14.40	11.63	14.46	11.68
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	44.06	40.20	44.21	40.34	44.36	40.48	44.51	40.62	44.66	40.75
Current at Maximum Power (Imp/A)	13.17	10.78	13.24	10.84	13.31	10.90	13.37	10.97	13.44	11.00
Module Efficiency(%)	22.5		22.6		22.8		23.0		23.2	

### Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2 IEC Class C

### Mechanical Loading

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

### Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.230%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.290%/°C



No.8369 Shangyuan Road, Xi'an Economic And Technological Development Zone, Xi'an, Shaanxi, China.  
Web: www.longi.com

Specifications included in this datasheet are subject to change without notice. LONGI reserves the right of final interpretation. (20221020DraftV03) DG

Figura 7. Scheda tecnica moduli FV

## 5.2 STRUTTURE DI SOSTEGNO

Per struttura di sostegno di un generatore fotovoltaico, si intende un sistema costituito dall'assemblaggio di profili metallici, in grado di sostenere e ancorare al suolo una struttura raggruppante un insieme di moduli fotovoltaici, nonché di ottimizzare l'esposizione di quest'ultimi nei confronti della radiazione solare. In particolare, i moduli fotovoltaici verranno montati su strutture di sostegno ad inseguimento automatico su un asse (tracker monoassiali) tipo quelli del produttore SOLTEC modello SF7 Bi-facial e verranno ancorate al terreno mediante paletti di fondazione infissi nel terreno naturale esistente. Le strutture di sostegno saranno distanziate con un interasse, le une dalle altre, in direzione est-ovest, di circa 8,50 m in modo da evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco, che si manifestano nelle primissime ore e nelle ultime ore della giornata. Il modello scelto è un inseguitore orizzontale ad asse singolo, a fila doppia, e può contenere 2 moduli fotovoltaici in verticale.



Figura 8. Particolari struttura di sostegno moduli

(<https://soltec.com/soltec-supplies-sf-utility-trackers-for-utility-scale-test-bed-with-bi-facial-pv-modules/>)

Ogni tracker si muove indipendentemente dagli altri, guidati dal proprio sistema di guida; le seguenti figure mostrano le posizioni estreme, la posizione assunta al mezzogiorno solare e gli intervalli di rotazione.

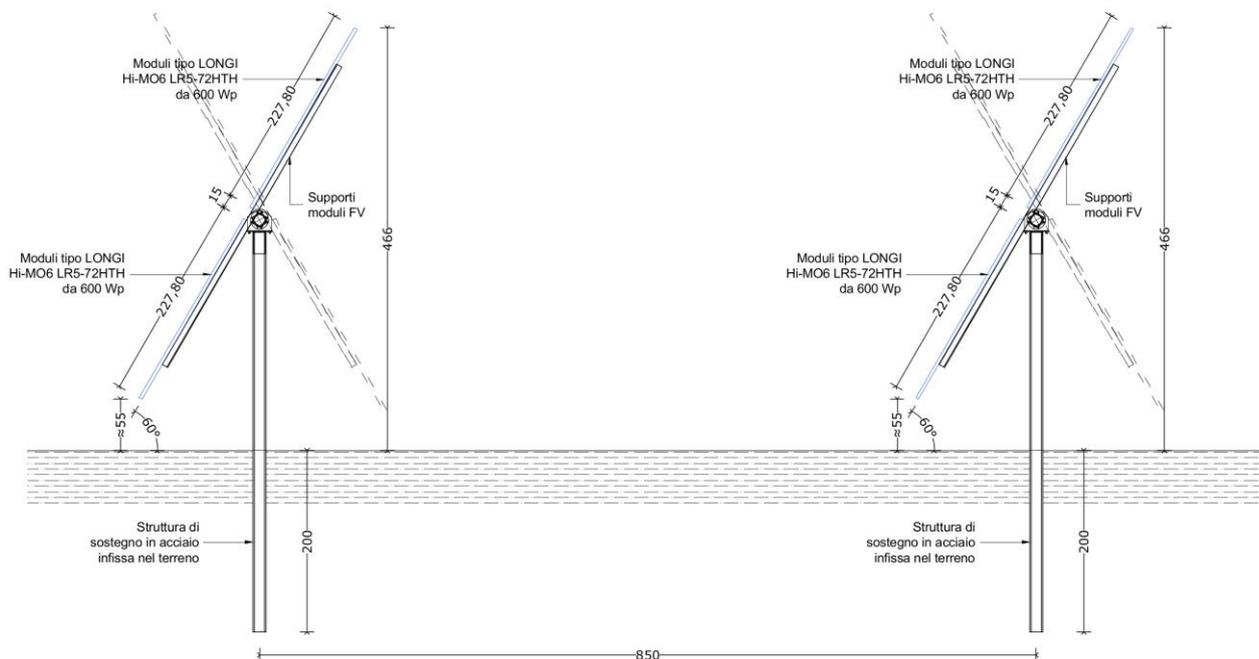


Figura 9. Particolari tracker - Posizioni

La particolare cerniera, nella parte di collegamento con il palo, presenta asole che permettono l'allineamento della trave di torsione sia in verticale sia in orizzontale con una tolleranza di 40 mm. La rotazione viene azionata da un motore posizionato sulla colonna centrale, la quale crea un varco di 15 cm sulla superficie fotovoltaica.

Il motore è dotato di un sistema di Tracker control che permette di inclinare i pannelli fino a 60° in funzione alla posizione sul terreno e l'angolo zenitale del sole. Le colonne, la trave soggetta a torsione e le staffe di montaggio saranno in acciaio S355 galvanizzato ASTM A123/ISO 1461, mentre i moduli di supporto saranno in acciaio S275 galvanizzato ASTM A123/ISO 1461.

Quando i pannelli raggiungono una configurazione inclinata massimo di 60°, l'altezza del punto più alto del pannello rispetto al terreno sarà di 4800mm, mentre il punto più basso arriverà ai 400mm. I moduli verranno fissati alla struttura con bulloni e almeno uno di essi è dotato di un dado antifurto.

## 5.3 POWER STATION, INVERTER E TRASFORMATORE

---

Le Power Station hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT). L'energia prodotta dai sistemi di conversione CC/CA (inverter) sarà immessa nel lato BT di un trasformatore. La Power Station è costituita da elementi prefabbricati di tipo containerizzati, progettati per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità nell'ambiente in cui verranno installati. Tutte le componenti sono idonee per l'installazione in esterno (inverter e trasformatore MT/BT), mentre i quadri MT e BT verranno installati all'interno di apposito shelter metallico IP54, con differenti compartimenti per le diverse sezioni di impianto. Le pareti e il tetto dello shelter sono isolati al fine di garantire una perfetta impermeabilità all'acqua e un corretto isolamento termico. Tutte le apparecchiature saranno posate 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 gli inverter modulari in corrente continua collegati in parallelo ad un quadro in bassa tensione per la protezione dell'interconnessione tra gli inverter e 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 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. Lo shelter di installazione quadri MT-BT è un cabinato metallico realizzato interamente di acciaio zincato a caldo, con rifiniture esterne che assicurano la minore manutenzione durante la vita utile dell'opera. Dal punto di vista strutturale, sarà realizzato un collegamento tra lo shelter e la sua fondazione al fine di prevenire qualsiasi tipo di spostamento verticale dello shelter. Tutti i componenti metallici sono trattati prima dell'assemblaggio. È prevista l'installazione totale di n.25 Power Station (23 sul campo 1 e 2 sul campo 2) da 2000 kVA.

La fondazione verrà realizzata con una platea di spessore pari a 30/50 cm sopra uno strato di magrone di spessore pari a 10 cm.

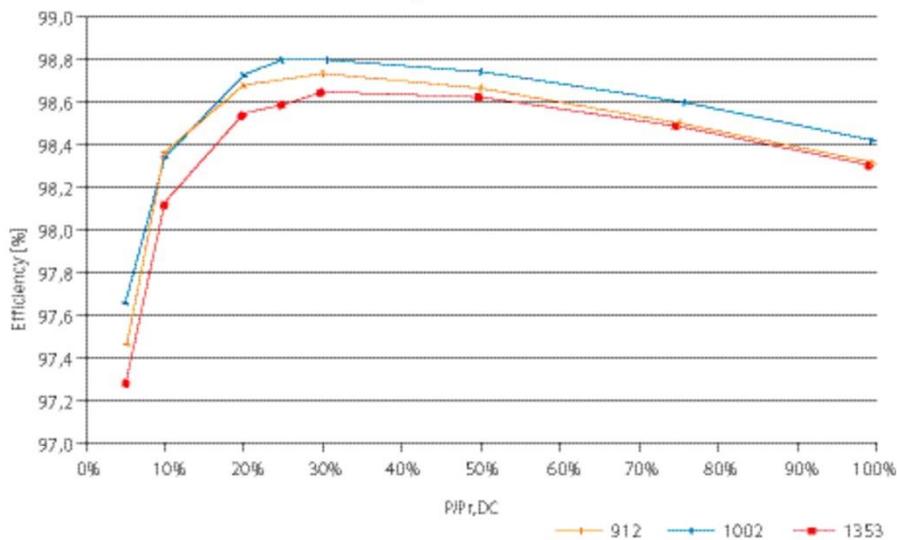
## SINACON PV series | Technical data

Storage, transportation and operation				
Temperature	-40 °C... +60 °C			
Relative humidity	0%... 100%			
Maximum altitude of installation site without derating	< 1,500 m above MSL			
Cooling				
Cooling method	Forced cooling by means of fans and liquid cooling			
Applicable standards and conformity				
BDEW (Germany)	BDEW Guideline, FGW TG3, TG4 and TG8			
IEC 61683 (efficiency)	IEC 61683: 1999			
IEC 62116 (anti islanding)	IEC 62116: 2014 (at 50 Hz)			
EMC Emission	IEC 61000-6-4: 2007 + A1: 2011			
EMC Immunity	IEC 61000-6-2: 2005			
Electrical Safety	IEC 62109-1: 2010, IEC 62109-2: 2011, IP65 according to IEC 60529: 1989			
Degree of protection: IP65 (cabinet only)	IEC 60529			
General data				
Control strategy	MPPT			
Efficiency (PV 5000)	(97.6 98.5 98.9 98.9 99.0 98.9 98.8 98.7)%	For (5 10 20 25 30 50 75 100)% power at 1,006 V <sub>DC</sub> without self-consumption for cooling		
EU and CEC efficiency	98.8%	Without internal consumption		
Infeed starts from	260 W ... 2,500 W	Depending on cooling		
Standby loss	80 W ... 150 W	-		
Max. self-consumption for cooling	5,000 W	Without cabinet heating		
Mechanical data				
Mounting position	Vertical	-		
Type of mounting	Floor mounting	-		
				
Number of Power Units	1	2	3	4
SINACON PV series	PV1000 ... PV1250	PV2000 ... PV2500	PV3000 ... PV3750	PV4000 ... PV5000
Dimensions (without pallet, with heat exchanger); (W x H x D)	2,120 x 3,760 x 1,170 mm		3,690 x 3,760 x 1,170 mm	
Weight <sup>1)</sup>	< 1,600 kg	< 2,200 kg	< 3,300 kg	< 3,900 kg
Color	RAL 7035			
Input data (DC)				
Independent inputs	1 ... 2		Depending on configuration	
Nominal voltage	min. MPP voltage		-	
DC voltage (max. MPP)	1,500 V		Depending on application	
DC voltage (min. MPP)	802 V / 882 V (AC 550 V) 838 V / 922 V (AC 575 V) 875 V / 962 V (AC 600 V) 919 V / 1,010 V (AC 630 V) 962 V / 1,058 V (AC 660 V) 1,006 V / 1,107 V (AC 690 V)		For 100% / 110% nominal grid voltage	
DC current (max.)	1 ... 4 x 1,200 A		-	
Short-circuit current (max.)	6,4 kA / 7 kA		250 A / 315 A DC fuses	
Nominal power	1 ... 4 x 1,016 kW 1 ... 4 x 1,062 kW 1 ... 4 x 1,108 kW 1 ... 4 x 1,159 kW 1 ... 4 x 1,209 kW 1 ... 4 x 1,270 kW		-	
Capacitance to ground (max.)	2,000 µF		Per IT system	

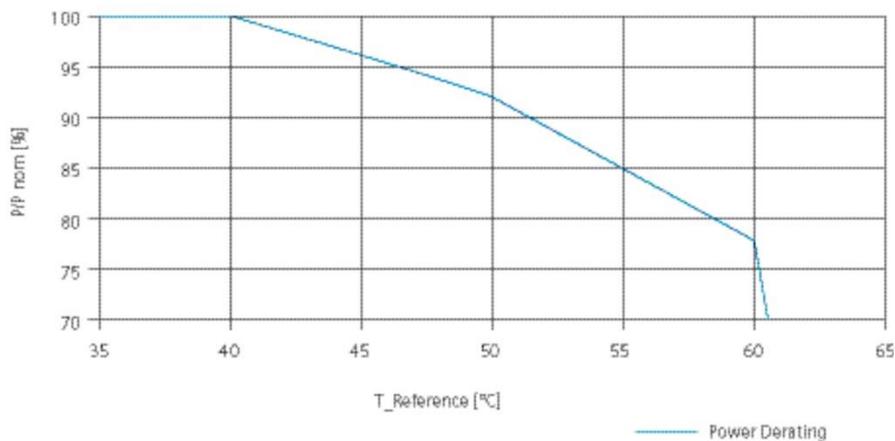
<sup>1)</sup> The weight refers to a complete system without extra options.

Output data (AC)		
Apparent power (max.) and nominal power	PV1000 ... PV4000 kVA (AC 550 V) PV1045 ... PV4180 kVA (AC 575 V) PV1090 ... PV4360 kVA (AC 600 V) PV1140 ... PV4560 kVA (AC 630 V) PV1200 ... PV4800 kVA (AC 660 V) PV1250 ... PV5000 kVA (AC 690 V)	With nominal grid voltage, $\cos \varphi = 1$
Number of independent systems	1 ... 2	–
Grid voltage	550 ... 690 V ( $\pm 10\%$ at $U_{n(AC)}$ )	–
Nominal frequency	50 Hz / 60 Hz ( $\pm 10\%$ )	–
Output current (max.)	1 ... 4 x 1,050 A	–
Short-circuit current (max.)	50 kA	–
Power factor $\cos \varphi$	–	Adjustable to local requirements
Harmonic distortion	< 3%	–

#### Measured values<sup>2)</sup> without internal consumption for AC 600 V (PV4360)



#### Derating



<sup>2)</sup> Measured by Fraunhofer ISE



Figura 10. Power station



Figura 11. Inverter Siemens

### 5.3.1 QUADRO DI PARALLELO BT

Presso ciascuna Power Station saranno installati i quadri di parallelo in bassa tensione per protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore, prefabbricato dal produttore

delle power station. I quadri consentiranno il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore e le necessarie protezioni alle linee elettriche.

### 5.3.2 TRASFORMATORE BT/MT

Presso ciascuna Power Station verrà installato un trasformatore BT/MT in resina epossidica. I trasformatori in resina, chiamati a volte anche trasformatori a secco con avvolgimenti inglobati, grazie all'evoluzione raggiunta nelle tecniche costruttive, trovano sempre più largo impiego per la loro affidabilità e per il minor impatto ambientale rispetto ai trasformatori in olio, in quanto riducono i rischi d'incendio e di spargimento di sostanze inquinanti nell'ambiente. Gli avvolgimenti di media tensione, realizzati con bobine in fili o, ancora meglio, in nastri di alluminio isolati tra di loro, sono posti in uno stampo, nel quale viene effettuata la colata della resina epossidica sottovuoto, per impedire inclusioni di gas negli isolanti.

Tutti i trasformatori saranno del tipo in resina epossidica e verranno installati nell'area destinata alla Power station, opportunamente delimitati per impedire l'accesso alle parti in tensione.

## 5.4 CABINA DI SMISTAMENTO, CONTROL ROOM E CABINA UTENTE MT

---

Sul campo 1 è prevista la posa di n.4 cabine di smistamento/control room e di una cabina utente MT. Tutte le cabine saranno di tipo prefabbricato e saranno corredate da una vasca di fondazione anch'essa prefabbricata, utilizzata per il passaggio dei cavi elettrici in entrata e di uscita. Le cabine avranno dimensioni approssimative pari a 750x250 cm ed al suo interno verranno alloggiati i quadri di consegna in Media Tensione (QMT).

Per quanto riguarda la posizione di tutte le cabine di campo è stato previsto di posizionarle in aree a pericolosità media che di fatto non vengono ad essere interessate da allagamenti per i tempi di ritorno di 30 e 200 anni. Le aree interessate dalla realizzazione delle Power Stations ricadono dunque in aree a pericolosità idraulica media I.2.

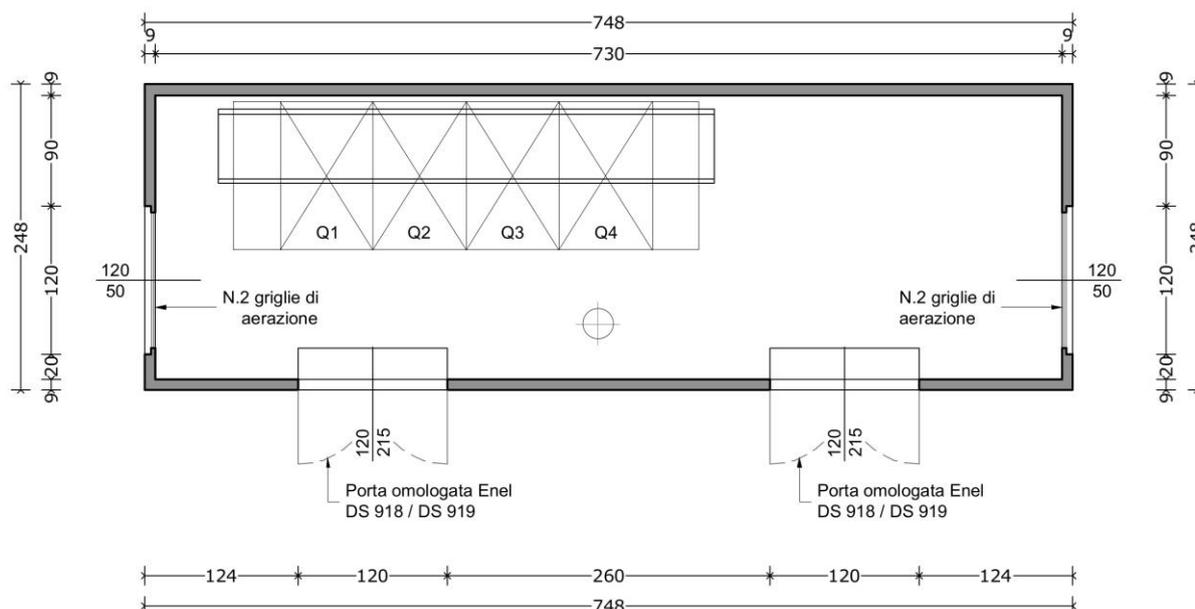


Figura 12. Pianta cabina utente MT

## 5.5 LINEA ELETTRICA DI COLLEGAMENTO MT

Per il collegamento del campo 2 alla nuova sottostazione elettrica, prevista in corrispondenza del campo 1, verrà realizzata una nuova linea elettrica interrata MT avente una lunghezza pari a circa 2.540 ml. Tale linea elettrica sarà posata interamente lungo la viabilità esistente (Via del Fossetto) sino a raggiungere il campo 1. Lungo il tracciato è previsto l'attraversamento di alcuni fossi/canali:

- Rio delle Pietraie (Interferenza n.1)
- Rio Carlo (Interferenza n.2)
- Fosso (Interferenza n.3)
- Rio Gerbi detto Rio Vecchio (Interferenza n.5)

il tutto meglio evidenziato negli elaborati del capitolo "E".

### 5.5.1 CANALIZZAZIONI

Le tipologie di canalizzazioni ammesse, con specifico riferimento alla posa delle tubazioni affiancate o sovrapposte, sono indicate nella tabella "TIPOLOGIA DI CANALIZZAZIONI" di seguito riportata.

Sono previsti i seguenti tipi di canalizzazioni:

- tipo A: profondità da 0,60 a 1,00 metri;

- tipo B: profondità da 1,00 a 1,40 metri.
- ad altezza ridotta: profondità da 0,40 a 0,50 m.

La canalizzazione di tipo B è normalmente prevista per le strade di uso pubblico, per le quali il Nuovo Codice della Strada fissa una profondità minima di 1 metro dall'estradosso della protezione. La canalizzazione di tipo A è invece prevista per le strade di uso privato e per tutti gli altri suoli, dove valgono le profondità minime stabilite dalle Norme CEI 11-17. La canalizzazione ad altezza ridotta è prevista solo in casi eccezionali.

Nel caso in esame si prevede l'utilizzo della canalizzazione di tipo B oppure, solo in casi particolari, la profondità ridotta con protezione aggiuntiva (tubo acciaio-bauletto cls-piastre ecc..). Lungo il tracciato della linea elettrica è previsto la posa dei cavidotti del diametro di 160 mm, all'interno dei quali verranno posizionati i cavi. Prima della posa dei cavidotti verrà realizzato il letto di appoggio con materiale fine e successivamente alla posa degli stessi verrà effettuato il rinfiacco in sabbia (o altro materiali fine); di seguito sarà effettuato il riempimento con materiale di risulta degli scavi vagliato e compattato dopodiché verrà effettuato il ripristino dello stato dei luoghi. All'interno dello scavo sarà inoltre posizionato il nastro di segnalazione per l'indicazione della presenza di cavi elettrici interrati.

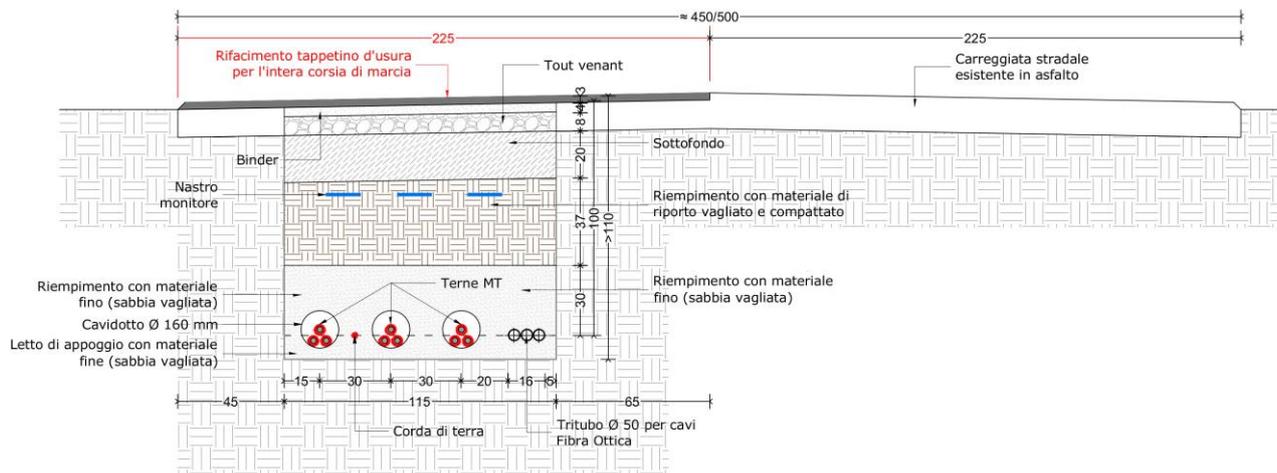


Figura 13. Sezione tipo posa linea elettrica

Per la posa delle linee è prevista la realizzazione di un cassonetto di scavo avente sezione di circa 1,30 mq e profondità massima di 1,20 m all'interno del quale saranno posizionati in ordine cronologico di profondità:

- a) letto di appoggio con materiale fine
- b) cavidotti in PVC
- c) tritubo per fibra ottica
- d) corda di terra
- e) rinfiacco in sabbia (o altro materiale fine)
- f) nastro di segnalazione cavi elettrici
- g) ripristino stato dei luoghi.

Lo scavo per la posa della linea elettrica verrà effettuato prevalentemente a cielo aperto, ad esclusione degli attraversamenti dei fossi/canali. In ogni caso, sarà necessario analizzare tutte le preesistenze di impianti sull'intero tracciato e per superare le eventuali interferenze e/o attraversamenti potrà essere utilizzata la trivellazione orizzontale controllata (TOC) o lo scavo a sezione ridotta.

#### 5.5.2 PROTEZIONE E SEGNALAZIONE DEI CAVI

Per i cavi interrati le Norme CEI 11-17 prevedono una protezione meccanica che può essere intrinseca al cavo stesso oppure supplementare a seconda del tipo di cavo e della profondità di posa. Nel caso in esame è stata prevista una protezione meccanica mediante la posa di lastre protettive di calcestruzzo oppure potrebbero essere utilizzati dei cavidotti in tubo flessibile (corrugato) rispondente ai requisiti ENEL secondo la tabella di unificazione DS4247 con resistenza all'urto (CEI 23-46) di tipo N (normale). Sarà previsto superiormente il nastro di segnalazione di cui alla tabella DS4285 posato ad almeno 20 cm dalla protezione del cavo.

#### 5.5.3 DISTANZA DEI CAVIDOTTI MT-BT DA ALTRE OPERE

Le prescrizioni in merito alla coesistenza tra i cavidotti MT e le condutture degli altri servizi del sottosuolo derivano principalmente dalle seguenti norme:

- Norme CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo”;
- DM 24.11.1984 “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8”.

Eventuali prescrizioni aggiuntive saranno comunicate dai vari enti a cui sarà richiesto il coordinamento dei sottoservizi.

## 5.6 SISTEMA DI ACCUMULO BESS

---

Il progetto prevede anche la realizzazione di un sistema di accumulo BESS da 10 MW (40 MWh di capacità di accumulo). Il sistema BESS da installare consiste in una serie di container e di apparecchiature elettriche (sistemi di conversione, trasformatori, ecc.) che saranno collocati all'interno del perimetro del campo 2.

Gli ESS e l'EMS saranno installati all'interno di container/cabinati prefabbricati. I quadri elettrici, i trasformatori e il PCS potranno essere collocati nell'area dedicata, all'interno di ulteriori container e/o in appositi cabinati o piccoli prefabbricati, in accordo agli standard del fornitore individuato. Se lo standard del fornitore selezionato lo richiederà i PCS potranno eventualmente essere posizionati all'interno dei container ESS. Inoltre, sempre se lo standard del fornitore lo richiederà, i container BESS potranno essere installati adiacenti uno all'altro e separati da un muro tagliafuoco in calcestruzzo (come previsto dalle normative).

In particolare il sistema BESS proposto prevede l'installazione di:

- fino a 16 container/prefabbricati contenenti i rack batterie (ESS) o in numero proporzionalmente maggiore qualora il fornitore del sistema utilizzasse container di lunghezza inferiore per una capacità di accumulo pari a circa 40 MWh;
- fino a 4 container/prefabbricati contenenti il/i trasformatore/i elevatori BT/MT, il trasformatore dei servizi ausiliari MT/BT e il/i sistema/i di conversione (PCS – Power Conversion Unit), in accordo agli standard del fornitore selezionato;
- fino a 2 container/prefabbricati in cui è installato il sistema di gestione EMS i quadri elettrici MT, BT, i quadri di automazione e protezione, i sistemi di sicurezza e antincendio.



Type designation	ST2752UX-US
<b>Battery Data</b>	
Cell type	LFP
Battery capacity (BOL)	2752 kWh
Battery voltage range	1160 ~ 1500 V
<b>General Data</b>	
Dimensions of battery unit (W * H * D)	9340*2600*1730mm
Weight of battery unit	26,400kg
Degree of protection	IP 54/Type 3R
Operating temperature range	-30 to 50 °C (> 45 °C derating)
Relative humidity	0 ~ 95 % (non-condensing)
Max. working altitude	3000m
Cooling concept of battery chamber	Liquid cooling
Fire safety	Fused sprinkler heads, NFPA 69 explosion prevention and ventilation IDLH gases
Communication interfaces	RS485, Ethernet
Communication protocols	Modbus RTU, Modbus TCP
Compliance	UL 9540, UL 9540A/NFPA 855
<b>2 HOURS APPLICATION-ST2752UX*4-5000UD-MV-US</b>	
BOL kWh(DC/AC LV Side)	11,008kWh DC/10,379kWh AC
ST2752UX Quantity	4
PCS Model	SC5000UD-MV-US
<b>4 HOURS APPLICATION-ST2752UX*8-5000UD-MV-US</b>	
BOL kWh(DC/AC LV Side)	22,016kWh/21,448kWh
ST2752UX Quantity	8
PCS Model	SC5000UD-MV-US
<b>Grid Connection Data</b>	
Max.THd of current	< 3 % (at nominal power)
DC component	< 0.5 % (at nominal power)
Power factor	> 0.99 (at nominal power)
Adjustable power factor	1.0 leading ~ 1.0 lagging
Nominal grid frequency	60 Hz
Grid frequency range	55 ~ 65 Hz
<b>Transformer</b>	
Transformer rated power	5,000 kVA
LV/MV voltage	0.9 kV / 34.5 kV
Transformer cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request

Figura 14. Scheda tecnica BESS

## 5.7 CONNESSIONE ALLA RTN

Così come indicato negli elaborati a firma dell'Ing. Vergelli, la soluzione progettuale per la connessione dell'impianto agrivoltaico prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- stazione di trasformazione, dotata di un trasformatore di potenza, che sarà realizzata nell'area del Campo 2 a circa 1 km dalla C.P. 132 kV di Monsummano Terme (Rif. Elaborato D\_0001);
- collegamento di detta stazione di trasformazione alla C.P. di Monsummano Terme a mezzo di cavo interrato AT a 132 kV (Rif. Elaborati D\_0001 & D\_0002 );
- realizzazione di uno stallo di consegna AT in cavo interrato su stallo esistente della C.P. 132 kV di Monsummano Terme (Rif. Elaborato D\_0002).

### 5.7.1 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

La sottostazione elettrica verrà realizzata all'interno del perimetro del campo 2 lungo il lato parallelo alla strada comunale "Via del Fossetto". La stazione di trasformazione sarà costituita da uno stallo trasformatore AT composto da:

- un trasformatore elevatore di tensione (30/132 kV) per il trasferimento in AT della potenza generata dalla centrale fotovoltaica;
- scaricatori;
- apparecchiature di misura fiscale (TV, TA);
- interruttore tripolare;
- TVC per protezioni;
- un sezionatore di montante linea con lame di terra;
- terminali cavo interrato;

come meglio descritto negli elaborati a firma dell'Ing. Vergelli.

### 5.7.2 LINEA ELETTRICA DI CONNESSIONE AT

Per il collegamento della nuova sottostazione elettrica 30/132 kV, prevista in corrispondenza del campo 2, alla cabina primaria esistente verrà realizzata una nuova linea elettrica interrata AT 132 kV avente una lunghezza pari a circa 1.052 ml. Tale linea elettrica sarà posata interamente lungo la viabilità esistente (Via del Fossetto e Via delle Colmate) ad esclusione del primo e dell'ultimo tratto. Lungo il tracciato è previsto l'attraversamento di alcuni fossi/canali:

- Fosso (Interferenza n.1-2-3-4)
- Fosso Candalla (Interferenza n.5)
- Rio del Prato Vecchio (Interferenza n.6)

il tutto meglio evidenziato negli elaborati del capitolo "F".

#### 5.7.2.1 CANALIZZAZIONI

Per la posa della linea è prevista la realizzazione di un cassonetto di scavo avente sezione di circa 1,20 mq e profondità massima di 1,70 m all'interno del quale saranno posizionati in ordine cronologico di profondità:

- h) letto di appoggio in cemento magro
- i) cavi AT

- j) tritubo per fibra ottica
- k) rinfiacco in cemento magro
- l) lastre protettive
- m) Rete e nastro di segnalazione cavi elettrici
- n) ripristino stato dei luoghi.

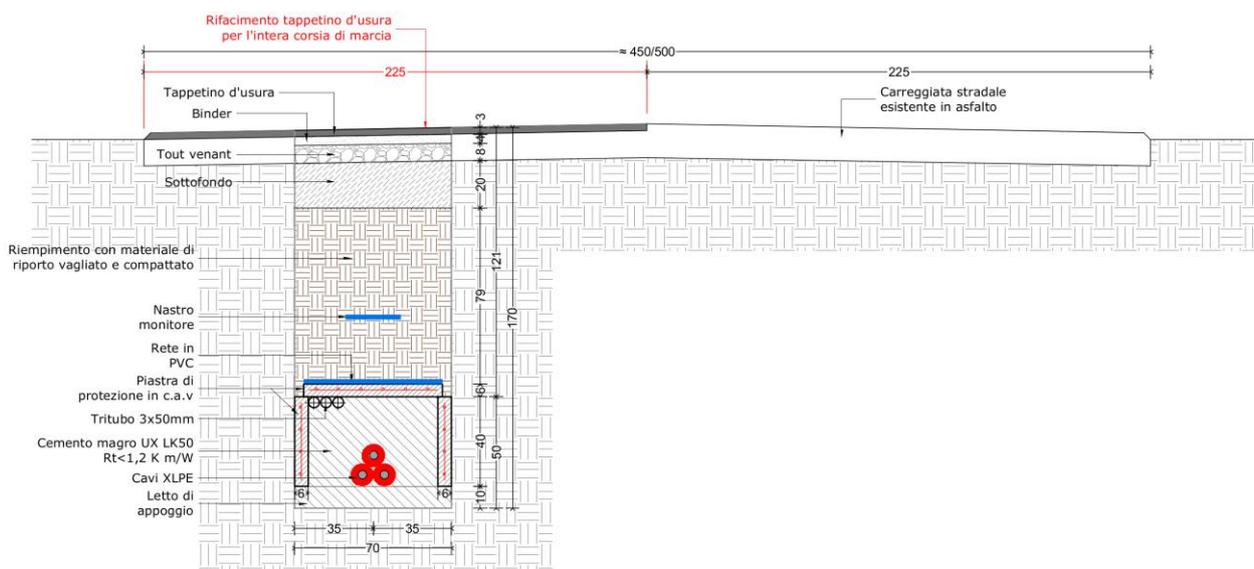


Figura 15. Sezione tipo posa linea elettrica

Lo scavo per la posa della linea elettrica verrà effettuato prevalentemente a cielo aperto, ad esclusione degli attraversamenti dei fossi/canali. In ogni caso, sarà necessario analizzare tutte le preesistenze di impianti sull'intero tracciato e per superare le eventuali interferenze e/o attraversamenti potrà essere utilizzata la trivellazione orizzontale controllata (TOC).

#### 5.7.2.2 PROTEZIONE E SEGNALAZIONE DEI CAVI

Per i cavi interrati le Norme CEI 11-17 prevedono una protezione meccanica che può essere intrinseca al cavo stesso oppure supplementare a seconda del tipo di cavo e della profondità di posa. Nel caso in esame è stata prevista una protezione meccanica mediante la posa di lastre protettive in c.a.v. Sarà previsto superiormente il nastro di segnalazione di cui alla tabella DS4285 posato ad almeno 20 cm dalla protezione del cavo.

### 5.7.3 NUOVO STALLO DI COLLEGAMENTO SU CP ESISTENTE

In corrispondenza della cabina primaria esistente, così come richiesto dal gestore di rete E-Distribuzione S.p.A., verrà realizzato un nuovo stallo di consegna che sarà costituito da:

- terminali cavo interrato à Rappresentante il confine fra impianto di rete e di utenza;
- Scaricatori (DY59/2);
- TVI, per misure e protezioni;
- Interruttore;
- Sezionatori;

come meglio descritto negli elaborati a firma dell'Ing. Vergelli.

## 5.8 CANCELLI E RECINZIONE PERIMETRALE

L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto Agrivoltaico sarà delimitata da una recinzione perimetrale a protezione degli apparati dell'impianto. Tale recinzione, avente un'altezza di circa 210 cm, sarà realizzata con in rete elettrosaldata a maglie rettangolari, di colore verde, e sarà sorretta da pali metallici infissi nel terreno oppure su piccoli plinti di fondazione gettati in opera posti ad un interesse di circa 200/250 cm. L'intera recinzione verrà mantenuta a una distanza da terra di circa 30 cm rispetto al piano di campagna per garantire il passaggio della fauna. A completamento della recinzione è prevista l'installazione di cinque cancelli carrabili, di larghezza pari a circa 400/500 cm, che permettono l'accesso all'impianto Agrivoltaico.

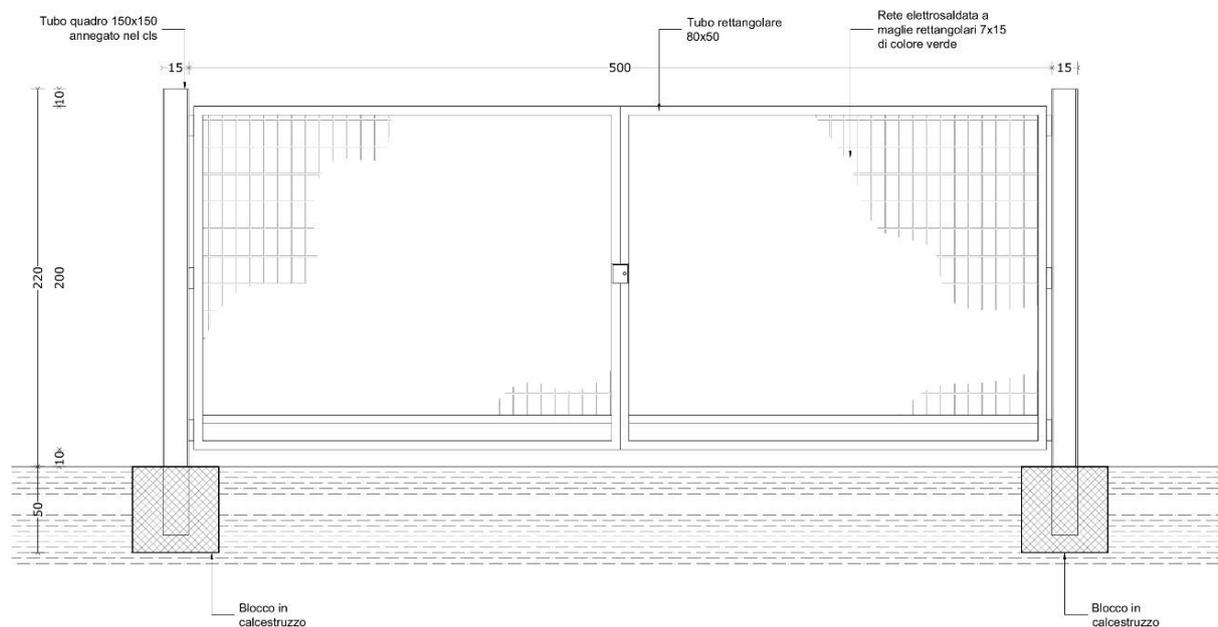


Figura 16. Particolare cancello di ingresso

### 5.8.1 ACCESSO AI CAMPI FV

Per quanto riguarda il Campo 1 sono previsti tre accessi:

- il primo ingresso è previsto lungo la strada vicinale esistente lungo il lato sud dell'impianto fotovoltaico;
- il secondo ingresso è previsto lungo la strada comunale "Via del Fossetto" nelle vicinanze del ponte di attraversamento del Rio di Bronzuoli;
- il terzo ingresso è previsto lungo la strada comunale "Via del Fossetto" nelle vicinanze del ponte di attraversamento del Rio delle Pietraie.

Per quanto riguarda il Campo 2 sono previsti due accessi:

- il primo ingresso è previsto lungo strada comunale "Via del Fossetto", sul lato sud-ovest dell'impianto fotovoltaico, attraverso una nuova pista di accesso avente una lunghezza pari a circa 30 ml;
- il secondo ingresso è previsto lungo la strada comunale "Via dei Poderi" in corrispondenza dell'angolo nord-est dell'impianto fotovoltaico.

## 5.9 MISURE DI MITIGAZIONE

---

Lungo il perimetro dell'impianto Agrivoltaico e lungo i canali presenti nell'area di progetto, sarà realizzato un sistema di siepi e filari con lo scopo principale di creare barriere vegetali con essenze arboree e arbustive autoctone che consentano di limitare l'impatto visivo dell'impianto nei confronti delle aree prospicienti.

In funzione dello spazio a disposizione, saranno realizzate diverse tipologie di barriere di vegetazione, le cui caratteristiche qualitative e quantitative sono dettagliate nella specifica relazione e negli elaborati grafici.

Oltre a schermare la vista, le fasce vegetazionali svolgono altre importanti funzioni, quali:

- incremento di biodiversità, in quanto composte da più specie autoctone
- ampliamento della rete delle connessioni ecologiche
- contributo alla lotta ai cambiamenti climatici grazie all'azione sinergica di tutte le precedenti
- miglioramento del paesaggio agrario
- fonte di nutrimento per l'avifauna e zona di riproduzione, foraggiamento e nascondiglio per la mammalofauna con particolare riferimento alla chiropterofauna e ai mammiferi insettivori (riccio e toporagni generi crocidura e sores).
- incremento dei servizi ecosistemici offerti.

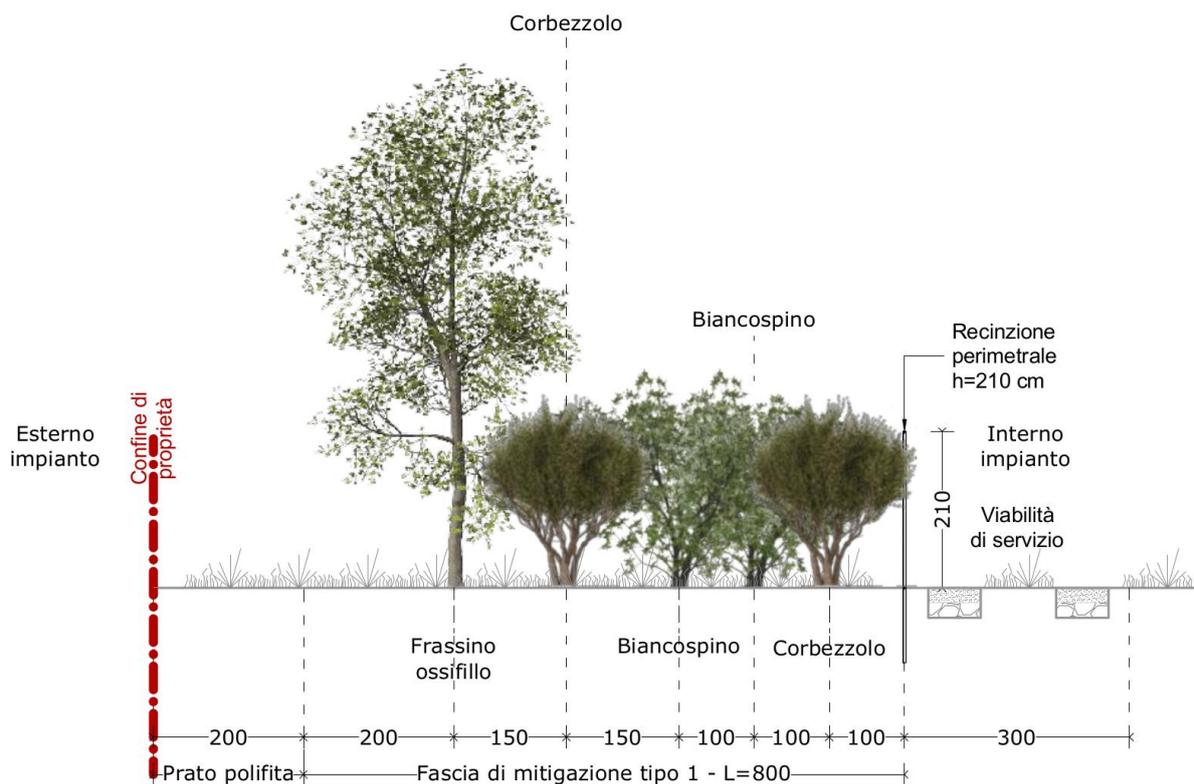


Figura 17. Sezione mitigazioni tipo 1a - campo 1

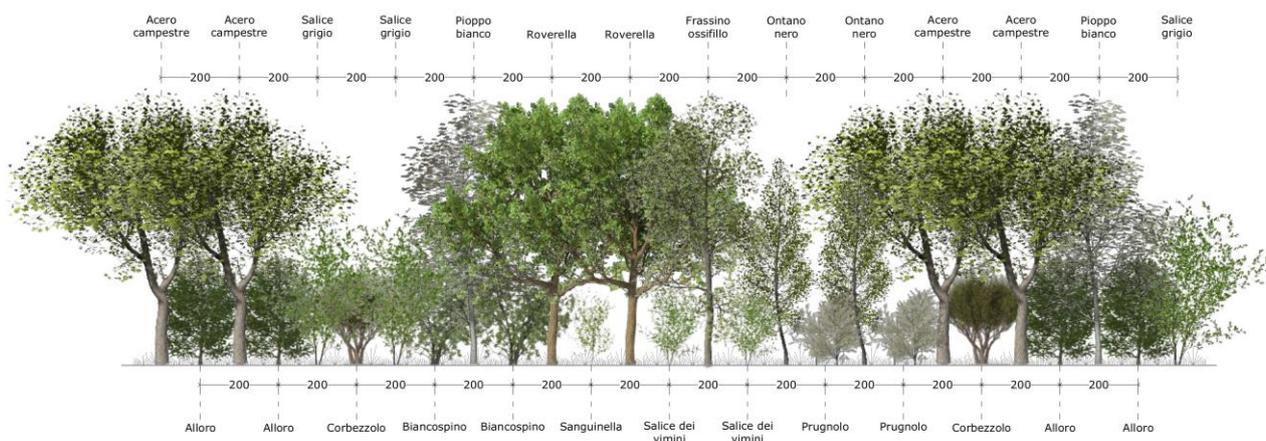


Figura 18. Prospetto mitigazione tipo 1a - campo 2

Per un'analisi più approfondita delle misure di mitigazioni si rimanda alla relazione specifica.

## 5.10 VIABILITÀ PERIMETRALE ED INTERNA

E' prevista la realizzazione di un sistema di viabilità perimetrale ed interna che possa consentire il raggiungimento di tutte le componenti dell'impianto, sia per garantire la sicurezza

delle opere che per la corretta gestione delle operazioni di manutenzione. In particolare verrà realizzata una strada di larghezza pari a 300 cm come indicato nelle planimetrie di progetto. Tale viabilità verrà realizzata con carreggiate consolidate e le restanti superfici inerbite come da schema riportato di seguito:

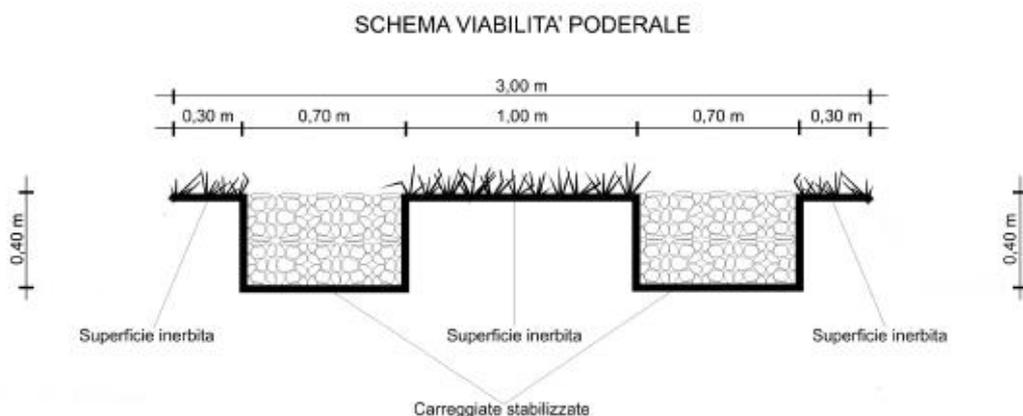


Figura 19. Schema viabilità

Le opere viarie saranno realizzate mediante uno scotico superficiale con la stesura di uno strato di fondazione con spezzato di cava e di uno strato di misto granurale stabilizzato e compattato con interposto uno strato di tessuto non tessuto.

## 5.11 SISTEMA DI SUPERVISIONE E DI TELECONTROLLO

La realizzazione dell'impianto prevede anche un sistema per il monitoraggio e il controllo da remoto in grado di fornire informazioni, anche grafiche, dell'intero "percorso energetico". Sarà realizzato un sistema di monitoraggio in grado di rilevare dal campo i parametri utili per un controllo dello stato di efficienza e del regolare funzionamento degli elementi.

Tale sistema avrà le seguenti funzioni:

- rilevare e segnalare tempestivamente condizioni di guasto o anomalie che richiedono l'intervento da parte di operatori di manutenzione;
- costituire basi di dati che consentano di individuare trend, opportunità di intervento, tecniche di ottimizzazione finalizzate al mantenimento e al miglioramento dell'efficienza dell'impianto;
- rendere disponibili all'operatore, localmente e in remoto, tutte le informazioni in tempo reale o richiamandole da registrazioni;

- rendere disponibile, tramite web server, una selezione di dati real time e presentazioni di storici ed elaborazioni cui sia possibile accedere tramite internet con il semplice utilizzo di un browser;
- coordinare i dispositivi in campo al fine di rispettare i limiti di potenza in immissione e rendere l'impianto conforme con le più recenti disposizioni tecniche.

I dati rilevati verranno salvati in appositi database e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

## 5.12 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E DI VIDEOSORVEGLIANZA

---

L'impianto Agrivoltaico sarà corredato di un sistema di illuminazione perimetrale e da un sistema di videosorveglianza. Il sistema di illuminazione sarà realizzato con corpi illuminanti a led installati su pali di altezza fuori terra pari a 4/6/12 m. Alcune aree di impianto verranno illuminate in periodo notturno soltanto in caso di rilevamento di un tentativo di intrusione al sito e per permettere un sicuro accesso da parte del personale di impianto. Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista. Il sistema di videosorveglianza ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio dell'area occupata dalla centrale fotovoltaica. Il sistema di sicurezza sarà realizzato perimetralmente al campo dove saranno posizionate in modo strategico le telecamere al fine di garantire una corretta copertura di tutto il perimetro. Gli apparati di registrazione e gestione come DVR e switch saranno collocati all'interno della Control Room e tutti gli elementi in campo saranno collegati mediante fibra ottica multimodale.

Il sistema antifurto sarà dotato di collegamento in remoto con un Istituto di Vigilanza che venga allertato e che intervenga in loco in caso di allarme entro 30 minuti circa dal ricevimento del segnale di allarme mentre il sistema di video sorveglianza con telecamere a circuito chiuso collegato con una centrale operativa di sorveglianza attiva 24 ore su 24.

Verranno adottati inoltre ulteriori Sistemi di protezione specifici per i cablaggi e i cavi, quale ad esempio interrimento dei cablaggi e dei cavi in pozzetti ribassati e mimetizzati rispetto al terreno e pozzetti con chiusura a prova di manomissione e/o cementificati.

## 5.13 LINEE ELETTRICHE INTERRATE DI MEDIA E BASSA TENSIONE

---

Le linee BT e MT (collegamento tra le Power Station e la cabina di consegna) saranno realizzate totalmente all'interno dell'area occupata dall'impianto Agrivoltaico: tutti i cavi, ad eccezione dei cavi stringa, saranno posati in trincea ovvero posa direttamente interrata con l'ausilio di cavidotti. In tal caso la profondità di posa dei cavi sarà almeno di 70 cm per i cavi BT e di 100 cm per quelli MT, tutti saranno opportunamente segnalati mediante la posa nella trincea di scavo di nastro ad una distanza di circa 30 cm verso il piano campagna. Per l'attraversamento del Rio di Bronzuoli si prevede di utilizzare la Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC).

## 5.14 IMPIANTO DI TERRA

---

Si provvederà alla posa di una corda di rame nudo della sezione minima pari a 25 mmq che andrà a collegare tutte le masse e masse estranee presenti in campo e tutti i componenti dell'impianto che necessitano di questo collegamento, inoltre, vista la vastità del campo, si provvederà altresì a realizzare tramite il medesimo collegamento un sistema equipotenziale in grado di evitare l'introduzione nel sistema di potenziali pericolosi sia per gli apparati che per il personale.

Ogni cabina sarà dotata di un sistema di terra composto da picchetti di lunghezza non inferiore a 2,5 m collegati da un anello di corda di rame nudo di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup>.

Al dispersore sono collegate le masse estranee, quali:

- griglie elettrosaldate di solette armate,
- struttura di supporto dei pannelli fotovoltaici,
- griglie di recinzione, ecc.

In ciascuna cabina, tutte le terre sono portate ad un collettore di terra costituito da una barra in rame nudo fissata ad uno dei muri della cabina mediante due isolatori.

## 6 AGRIVOLTAICO

I sistemi agrivoltaici hanno lo scopo di massimizzare le sinergie produttive tra i due sottosistemi (fotovoltaico e colturale), e garantire funzioni aggiuntive alla sola produzione energetica e agricola, finalizzate al miglioramento delle qualità ecosistemiche dei siti.

Nel presente capitolo viene verificato il rispetto dei requisiti dell'impianto agrovoltaico in progetto. I requisiti da rispettare, così come indicati nelle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicate dal Ministero della Transizione Ecologica ([https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee\\_guida\\_impianti\\_agrivoltaici.pdf](https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee_guida_impianti_agrivoltaici.pdf)), sono i seguenti:

- *REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;*
- *REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;*
- *REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli.*

### 6.1 REQUISITO A

Per quanto riguarda il primo requisito è necessario verificare i seguenti parametri:

#### **A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione**

Tale condizione risulta essere verificata laddove almeno il 70% della superficie totale sia destinata all'attività agricola.

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$$

IMPIANTO FOTOVOLTAICO	
S <sub>tot</sub> – Superficie totale impianto	646'440,42 mq
S <sub>agricola</sub> – Superficie agricola	459'455,19 mq

$S_{agricola} = 71,07 \% \text{ della } S_{tot}$	VERIFICATO
--	------------

IMPIANTO FOTOVOLTAICO – CAMPO 1	
$S_{tot}$ – Superficie totale impianto	593'696,32 mq
$S_{agricola}$ – Superficie agricola	422'531,19 mq
$S_{agricola} = 71,17 \% \text{ della } S_{tot}$	VERIFICATO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO – CAMPO 2	
$S_{tot}$ – Superficie totale impianto	52'744,10 mq
$S_{agricola}$ – Superficie agricola	36'923,99 mq
$S_{agricola} = 70,01 \% \text{ della } S_{tot}$	VERIFICATO

**A.2) LAOR massimo:** è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola

Tale condizione risulta essere verificata quanto il LAOR (rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico) risulta essere al massimo pari al 40%.

$$LAOR \leq 40\% \cdot S_{tot}$$

IMPIANTO FOTOVOLTAICO	
$S_{tot}$ – Superficie totale impianto	646'440,42 mq
$S_{pv}$ – Superficie totale ingombro moduli PV	2,768 mq x 99'072 = 255'927,94 mq
LAOR = 39,59 % della $S_{tot}$	VERIFICATO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO – CAMPO 1	
$S_{tot}$ – Superficie totale impianto	593'696,32 mq
$S_{pv}$ – Superficie totale ingombro moduli PV	2,768 mq x 91'920 = 237'452,52 mq
LAOR = 40,00 % della $S_{tot}$	VERIFICATO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO – CAMPO 2	
S <sub>tot</sub> – Superficie totale impianto	52'744,10 mq
S <sub>pv</sub> – Superficie totale ingombro moduli PV	2,768 mq x 7'152 = 18'475,42 mq
LAOR = 35,03 % della S <sub>tot</sub>	VERIFICATO

## 6.2 REQUISITO B

Nel corso della vita tecnica utile devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

### B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento

In merito a tale aspetto si rimanda alla "Relazione tecnica agronomica".

### B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa

Tale condizione risulta essere verificata quando la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico in progetto non è inferiore al 60 % della producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard.

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

IMPIANTO FOTOVOLTAICO – CAMPO 1	
FV <sub>agri</sub> – Produzione elettrica impianto agrivoltaico	1,50 GWh/ha/anno
FV <sub>standard</sub> – Produzione elettrica impianto fotovoltaico standard	1,56 GWh/ha/anno
FV <sub>agri</sub> = 0,96 FV <sub>standard</sub>	VERIFICATO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO – CAMPO 1	
FV <sub>agri</sub> – Produzione elettrica impianto agrivoltaico	1,59 GWh/ha/anno
FV <sub>standard</sub> – Produzione elettrica impianto fotovoltaico standard	1,56 GWh/ha/anno
FV <sub>agri</sub> = 1,02 FV <sub>standard</sub>	VERIFICATO

## 6.3 REQUISITO C

La configurazione spaziale del sistema agrivoltaico, e segnatamente l'altezza minima di moduli da terra, influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l'area occupata dall'impianto agrivoltaico o solo sulla porzione che risulti libera dai moduli fotovoltaici. Nel caso delle colture agricole, l'altezza minima dei moduli da terra condiziona la dimensione delle colture che possono essere impiegate (in termini di altezza), la scelta della tipologia di coltura in funzione del grado di compatibilità con l'ombreggiamento generato dai moduli, la possibilità di compiere tutte le attività legate alla coltivazione ed al raccolto. Le stesse considerazioni restano valide nel caso di attività zootecniche, considerato che il passaggio degli animali al di sotto dei moduli è condizionato dall'altezza dei moduli da terra (connettività).

Per quanto riguarda l'impianto in progetto rientra nella tipologia 2 in quanto *"l'altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un uso combinato del suolo, con un grado di integrazione tra l'impianto fotovoltaico e la coltura più basso rispetto al precedente (poiché i moduli fotovoltaici non svolgono alcuna funzione sinergica alla coltura)"*.

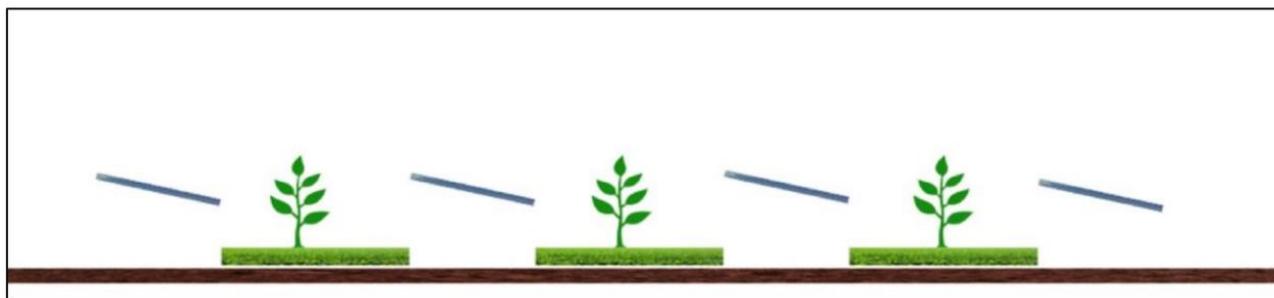


Figura 20. - Sistema agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e non al di sotto di essi.

Nel caso in esame l'altezza media dei moduli fotovoltaici è pari a 2,70 m. Tale altezza consentirebbe di rientrare negli impianti di tipo 1) e 3) tuttavia non è prevista l'integrazione fra la produzione energetica ed agricola, ma esclusivamente un uso combinato della porzione di suolo interessata e pertanto l'impianto agrivoltaico in progetto ricade nella tipologia 2).

## 7 SCAVI E MOVIMENTI TERRA

Per la realizzazione dell'impianto Agrivoltaico non è prevista la sistemazione del terreno in quanto il piano attuale permette la posa delle strutture senza ulteriore movimentazione di terreno, ad esclusione della porzione di terreno interessata dalla realizzazione della vasca di compensazione e delle sottostazione/BESS.

E' prevista una movimentazione di materiale per la realizzazione della viabilità interna, per la posa dei cavidotti e delle cabine di campo. In totale verranno movimentati, sempre all'interno dell'area di cantiere, circa 21'518 mc di materiale.

<b>IMPIANTO AGRIVOLTAICO – CAMPO 1</b>				
<b>Lavorazione</b>	<b>Quantità [mc]</b>	<b>Destinazione di riutilizzo</b>	<b>Riutilizzo [mc]</b>	<b>Rimanenza [mc]</b>
Posa cavidotti	9'470	Rinterro scavi	9'470	//
Cabine di campo	630	Rinterro scavi e sistemazione terreno	630	//
Viabilità	5'890	Sistemazione terreno	5'890	//
<b>TOTALE</b>	<b>15'990</b>		<b>15'990</b>	<b>0</b>

<b>IMPIANTO AGRIVOLTAICO – CAMPO 2</b>				
<b>Lavorazione</b>	<b>Quantità [mc]</b>	<b>Destinazione di riutilizzo</b>	<b>Riutilizzo [mc]</b>	<b>Rimanenza [mc]</b>
Posa cavidotti	540	Rinterro scavi	540	//
Vasca di compensazione/area sottostazione/BESS	4'528	Rinterro scavi e sistemazione terreno	3'005	1'523
Viabilità	460	Sistemazione terreno	460	//
<b>TOTALE</b>	<b>5'528</b>		<b>4'005</b>	<b>1'523</b>

Per quanto riguarda il cantiere della linea elettrica, sia MT che AT, è previsto la movimentazione di circa 4'670 mc di materiale che verranno rimpiegati nelle operazioni di rinterro e in parte conferiti in discarica autorizzata.

<b>LINEE ELETTRICHE E NUOVO STALLO IN C.P.</b>				
<b>Lavorazione</b>	<b>Quantità [mc]</b>	<b>Destinazione di riutilizzo</b>	<b>Riutilizzo [mc]</b>	<b>Rimanenza [mc]</b>
Linea elettrica MT	3'210	Rinterro scavi	2'198	1'012 (758 mc di

				asfalto)
Linea elettrica AT	1'260	Rinterro scavi	632	628 (206 mc di asfalto)
Nuovo stallo in CP	200	Rinterro scavi	80	120
<b>TOTALE</b>	<b>4'670</b>		<b>2'910</b>	<b>1'760</b>

<b>IMPIANTO AGRIVOLTAICO – RIEPILOGO</b>				
<b>Lavorazione</b>	<b>Quantità [mc]</b>	<b>Destinazione di riutilizzo</b>	<b>Riutilizzo [mc]</b>	<b>Rimanenza [mc]</b>
Campo 1	15'990	Rinterro scavi	15'990	//
Campo 2	5'528	Rinterro scavi e sistemazione terreno	4'005	1'523
Linee elettriche e nuovo stallo in CP	4'670	Rinterro scavi	2'910	1'760
<b>TOTALE</b>	<b>26'188</b>		<b>22'905</b>	<b>3'283</b>

## 8 COLLAUDI

I collaudi consistono in prove di tipo e di accettazione, da eseguire in officina, verifiche dei materiali in cantiere e prove di accettazione in sito.

### 8.1 PROVE DI TIPO

I componenti che costituiscono l'impianto devono essere progettati, costruiti e sottoposti alle prove previste nelle norme ed alle prescrizioni di riferimento. Di ciascun componente devono essere forniti i certificati per le prove di tipo attestanti il rispetto della normativa vigente.

### 8.2 PROVE DI ACCETTAZIONE IN OFFICINA

Ove previsto, sono eseguite prove di accettazione a campione o sull'intera fornitura, atte a verificare il rispetto dei criteri di progettazione e i livelli di qualità richiesti. Tutti i materiali e le apparecchiature di fornitura devono essere corredati dai propri certificati di origine e garanzia.

### 8.3 VERIFICHE IN CANTIERE

Prima del montaggio, tutti i materiali e le apparecchiature devono essere ispezionati e verificati, per accertare eventuali difetti di origine, rotture o danneggiamenti dovuti al trasporto.

Al termine delle opere, tutti i materiali e le apparecchiature devono essere ispezionati e verificati, per accertare eventuali danni, dovuti ai lavori, o esecuzioni non a “regola d’arte”.

## 8.4 PROVE DI ACCETTAZIONE IN SITO

---

Congiuntamente all'Installatore/Appaltatore, sull'impianto Agrivoltaico si eseguono le prove e i controlli di seguito elencati:

1. Esame a vista: verifica che i componenti e i materiali corrispondano ai disegni e ai documenti di progetto, per quanto riguarda la quantità, la tipologia, il dimensionamento, la posa in opera e l’assenza di danni o difetti visibili di fabbricazione;
2. Verifica delle opere civili: verifica della buona esecuzione delle opere civili e delle finiture, secondo i disegni e i documenti di progetto;
3. Verifica delle opere meccaniche: verifica della buona esecuzione dei montaggi meccanici e del corretto allineamento delle strutture, secondo i disegni e i documenti di progetto; verifica del serraggio della bulloneria, della corretta posa in opera dei quadri e delle apparecchiature; verifica delle misure di protezione contro insetti e roditori;
4. Verifica della rete di terra: verifica della corretta esecuzione della rete di terra, mediante i pozzetti di ispezione, in accordo con i disegni e i documenti di progetto; misura della resistenza di terra: se il valore è superiore a 10  $\Omega$ , l'Appaltatore deve aggiungere ulteriori picchetti e corda di rame, fino ad ottenere il valore richiesto;
5. Verifica dei collegamenti di terra: verifica della corretta esecuzione dei collegamenti a terra di tutte le parti metalliche non in tensione e degli scaricatori nei quadri elettrici;
6. Verifica dei collegamenti elettrici: verifica della corretta esecuzione dei cablaggi e delle marcature dei cavi, secondo i disegni e i documenti di progetto; controllo del serraggio dei cavi nei rispettivi morsetti e del corretto serraggio di pressacavi e raccordi;
7. Prova di isolamento verso terra: verifica di tutti i collegamenti elettrici in c.c. e c.a. nelle seguenti condizioni:
  - a) temperatura ambiente: compresa tra 20 e 45 °C;
  - b) umidità relativa: compresa tra 45 e 85 %
  - c) tensione di prova: 2000 Vcc per 1 minuto (tutte le apparecchiature elettroniche e i dispositivi di protezione, per i quali è dannoso tale livello di tensione, devono essere scollegati);

8. Verifica degli organi di manovra e di protezione:
  - verifica della funzionalità di interruttori, sezionatori, contattori e scaricatori;
  - controllo e regolazione delle soglie di intervento dei dispositivi;
9. Misura della resistenza di isolamento del campo fotovoltaico: la misura, da eseguire con tensione di 1000 Vcc, sui morsetti del QPCC, deve essere superiore a  $50/N \text{ M}\Omega$  in condizioni di tempo asciutto, e superiore a  $20/N \text{ M}\Omega$  in condizioni di tempo piovoso (N = numero di moduli);
10. Misura delle tensioni e delle correnti del campo fotovoltaico: le misure, per ciascuna stringa, sono effettuate sui quadri di parallelo;
11. Verifica degli strumenti di misura: verifica della funzionalità di contatori e indicatori.

---

## 9 MESSA IN SERVIZIO

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali anche congiuntamente con il gestore della rete elettrica di distribuzione:

prove funzionali sui quadri e sulle apparecchiature elettriche in corrente alternata

- chiusura dell'interruttore di parallelo sulla rete MT
- avviamento degli inverter
- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

---

## 10 ALTERNATIVE PROGETTUALI

Nel presente paragrafo vengono valutate le possibili alternative alla soluzione progettuale individuata, compresa l'alternativa zero, in particolare saranno oggetto di valutazione:

1. Varianti di tipo progettuale;
2. Alternativi possibili in merito all'Ubicazione del Sito;
3. Alternativa Zero (nessuna realizzazione dell'impianto).

## 10.1 VARIANTI DI TIPO PROGETTUALE

---

In fase di progettazione definitiva sono state valutate diverse opportunità per il miglioramento del progetto.

In particolar modo sono stati valutati i seguenti campi:

- Scelta dei Moduli Fotovoltaici;
- Scelta Strutture di Sostegno;
- Scelta di Inverter e Trasformatori.

In merito ai moduli fotovoltaici la priorità di scelta è stata data a quelli con la migliore efficienza attualmente sul mercato. Più alta efficienza significa maggiore potenza installata a parità di superficie e quindi minore consumo di Superficie Utile. Per le strutture di sostegno dei moduli sono state scelte strutture fisse con le seguenti caratteristiche:

- Strutture di sostegno su pali infissi nel terreno ad inseguimento mono-assiale. Tale scelta permette di combinare le colture con i pannelli fotovoltaici, installati a un'altezza tale da consentire il passaggio delle macchine agricole. La sfida è quella di generare colture ed energia simultaneamente e senza conflitti.
- Installazione di n.2 File di Moduli Fotovoltaici sovrapposti in configurazione "portrait".

Inoltre tutte le linee elettriche di collegamento saranno realizzate in modalità interrata, in modo da non recare impatto sul paesaggio circostante.

In conclusione si può affermare che le scelte tecnologiche, di progettazione e relative alle apparecchiature utilizzate sono le migliori e non sussistono varianti migliorative che possono essere adottate.

## 10.2 ALTERNATIVE POSSIBILI IN MERITO ALL'UBICAZIONE DEL SITO

---

Eventuali alternative sull'ubicazione del sito devono tener presenti i seguenti fattori:

- Vicinanza a infrastrutture di rete che possano garantire l'immissione in rete dell'Energia Elettrica Prodotta;
- Sufficiente Area a disposizione in relazione alla taglia del progetto;
- Lontananza da siti vincolati o di pregio dal punto di vista storico culturale;

La realizzazione di grandi parchi fotovoltaici è legata all'opportunità di vendere in Market Price l'Energia Elettrica prodotta. Nonostante l'incremento del "potenziale" prezzo di vendita dell'energia è fondamentale per il produttore mantenere il più basso possibile il costo di costruzione, nel quale è compreso il costo di connessione alla rete elettrica.

Il Costo di Connessione è funzione dalla distanza dal punto di consegna più vicino correlato alla Tensione di Immissione in rete (data la Taglia dell'Impianto oggetto dell'Intervento, la Tensione di Immissione in rete è 132 kV ovvero Alta Tensione).

Tutto ciò premesso risulta chiaro che posizionare l'impianto di produzione di energia il più vicino possibile ad un punto di consegna idoneo a ricevere tutta l'energia prodotta alla tensione stabilita è di fondamentale importanza. Nel caso specifico essendo la Cabina Primaria denominata "MONSUMMANO TERME", per la sua grandezza, una infrastruttura di rete idonea a fungere da punto di immissione, tutti i siti ubicati nelle sue immediate vicinanze possono ritenersi idonei.

La scelta del sito però, oltre che alla vicinanza rispetto ad idonee infrastrutture di rete, va correlata anche superficie a disposizione che deve essere tale da consentire l'installazione della potenza oggetto dell'intervento (nel caso specifico una superficie utile complessiva del parco fotovoltaico di circa 73,9 ettari), nonché ricadere in una zona il più possibile priva di vicoli e lontana da aree di pregio dal punto di vista ambientale, paesaggistico e culturale.

In tal senso si evidenzia come l'area oggetto di intervento si ponga in un contesto di secondario interesse ambientale, essendo posta esternamente alle aree di tutela identificate in corrispondenza del Padule di Fucecchio e dei limitrofi boschi, non distante da aree urbanizzate. La presenza di impianti industriali nelle superfici contermini ne limita la valenza in termini paesaggistici, e la mancanza di copertura arborea non richiede interventi di trasformazione o radicali cambiamenti nell'uso del suolo attuale.

Si noti inoltre come il parco proposto non ricada in un'area con elevata densità di impianti fotovoltaici, non implicando allo stato di fatto rilevanti impatti cumulati con analoghe strutture.

Per quanto sopra esposto, si può affermare che l'ubicazione scelta per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico è il miglior compromesso possibile anche vista la giacitura pianeggiante dell'area.

### 10.3 ALTERNATIVA ZERO (NESSUNA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO)

---

Infine, in merito all'alternativa zero questa prevede la non realizzazione dell'Impianto, mantenendo lo status quo dell'ambiente. Tuttavia, ciò comporterebbe il mancato beneficio degli effetti positivi del progetto sulla comunità. Non realizzando l'impianto fotovoltaico, infatti, si rinunciarebbe alla produzione di energia elettrica pari a 95'565 MWh/anno che contribuirebbero a:

- risparmiare in termini di emissioni in atmosfera di composti inquinanti e di gas serra che sarebbero, di fatto, emessi da un altro impianto di tipo convenzionale;
- incrementare in maniera importante la produzione da Fonti Energetiche Rinnovabili, favorendo il raggiungimento degli obiettivi previsti dal Pacchetto Clima-Energia.

---

# 11 ALLEGATI

## 11.1 PVSYST – RAPPORTO DI SIMULAZIONE CAMPO 1

---

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 1

Sistema inseguitori

Potenza di sistema: 55.15 MWc

Uggia-Pazzera-Bizzarrino - Italy

**Autore**

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)



# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 1

## PVsyst V7.3.2

VC0, Simulato su  
30/03/23 08:47  
con v7.3.2

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

### Sommario del progetto

**Luogo geografico**  
Uggia-Pazzera-Bizzarrino  
Italia

**Ubicazione**  
Latitudine 43.83 °N  
Longitudine 10.82 °E  
Altitudine 17 m  
Fuso orario UTC+1

**Parametri progetto**  
Albedo 0.20

#### Dati meteo

Uggia-Pazzera-Bizzarrino  
PVGIS-SARAH2;ISO-TMY;2005-2020

### Sommario del sistema

#### Sistema connesso in rete

#### Orientamento campo FV

##### Orientamento

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S  
Asse dell'azimut 0 °

#### Sistema inseguitori

##### Algoritmo dell'inseguimento

Ottimizzazione irraggiamento

#### Ombre vicine

Ombre lineari  
Diffuse shading tutti gli inseguitori

#### Informazione sistema

##### Campo FV

Nr. di moduli 91920 unità  
Pnom totale 55.15 MWc

##### Inverter

Numero di unità 23 unità  
Pnom totale 46.00 MWac  
Rapporto Pnom 1.199

#### Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

### Sommario dei risultati

Energia prodotta 89124881 kWh/anno Prod. Specif. 1616 kWh/kWc/anno Indice rendimento PR 73.14 %

### Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione orizzonte	5
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	6
Risultati principali	7
Diagramma perdite	8
Grafici predefiniti	9
Schema unifilare	10



# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 1

## PVsyst V7.3.2

VC0, Simulato su  
30/03/23 08:47  
con v7.3.2

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

### Parametri principali

<b>Sistema connesso in rete</b>		<b>Sistema inseguitori</b>			
<b>Orientamento campo FV</b>		<b>Algoritmo dell'inseguimento</b>		<b>Configurazione inseguitori</b>	
<b>Orientamento</b>		Ottimizzazione irraggiamento		N. di eliostati 1193 unità	
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S				<b>Dimensioni</b>	
Asse dell'azimut 0 °				Distanza eliostati 8.50 m	
				Larghezza collettori 4.71 m	
				Fattore occupazione (GCR) 55.4 %	
				Phi min / max -/+ 60.0 °	
				<b>Angoli limite ombreggiamento</b>	
				Phi limits for BT -/+ 56.3 °	
<b>Modelli utilizzati</b>		<b>Ombre vicine</b>		<b>Bisogni dell'utente</b>	
Trasposizione Perez		Ombre lineari		Carico illimitato (rete)	
Diffuso Importato		Diffuse shadingtutti gli inseguitori			
Circumsolare separare					
<b>Orizzonte</b>					
Altezza media 2.7 °					

### Caratteristiche campo FV

<b>Modulo FV</b>		<b>Inverter</b>	
Costruttore	Longi Solar	Costruttore	Sungrow
Modello	LR5-72HTH-6000M G2	Modello	SG2000
(definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	600 Wp	Potenza nom. unit.	2000 kWac
Numero di moduli FV	91920 unità	Numero di inverter	23 unità
Nominale (STC)	55.15 MWc	Potenza totale	46000 kWac
Moduli	6128 Stringhe x 15 In serie	Voltaggio di funzionamento	460-850 V
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Rapporto Pnom (DC:AC)	1.20
Pmpp	50.62 MWc	Power sharing within this inverter	
U mpp	599 V		
I mpp	84548 A		
<b>Potenza PV totale</b>		<b>Potenza totale inverter</b>	
Nominale (STC)	55152 kWp	Potenza totale	46000 kWac
Totale	91920 moduli	Numero di inverter	23 unità
Superficie modulo	237453 m <sup>2</sup>	Rapporto Pnom	1.20

### Perdite campo

<b>Perdite per sporco campo</b>		<b>Fatt. di perdita termica</b>		<b>Perdite DC nel cablaggio</b>	
Fraz. perdite	3.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento		Res. globale campo	0.12 mΩ
		Uc (cost)	20.0 W/m <sup>2</sup> K	Fraz. perdite	1.5 % a STC
		Uv (vento)	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s		
<b>LID - Light Induced Degradation</b>		<b>Perdita di qualità moduli</b>		<b>Perdite per mismatch del modulo</b>	
Fraz. perdite	2.0 %	Fraz. perdite	-0.8 %	Fraz. perdite	2.0 % a MPP
<b>Perdita disadattamento Stringhe</b>					
Fraz. perdite	0.1 %				



# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 1

**PVsyst V7.3.2**  
VCO, Simulato su  
30/03/23 08:47  
con v7.3.2

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

## Perdite campo

### Fattore di perdita IAM

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

0°	25°	45°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
1.000	1.000	0.995	0.962	0.936	0.903	0.851	0.754	0.000

## Perdite sistema

### indisponibilità del sistema

frazione di tempo 2.0 %  
7.3 giorni,  
3 periodi

### Perdite ausiliarie

Cons. aus. notturno 100.0 kW



# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 1

PVsyst V7.3.2  
VCO, Simulato su  
30/03/23 08:47  
con v7.3.2

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

## Definizione orizzonte

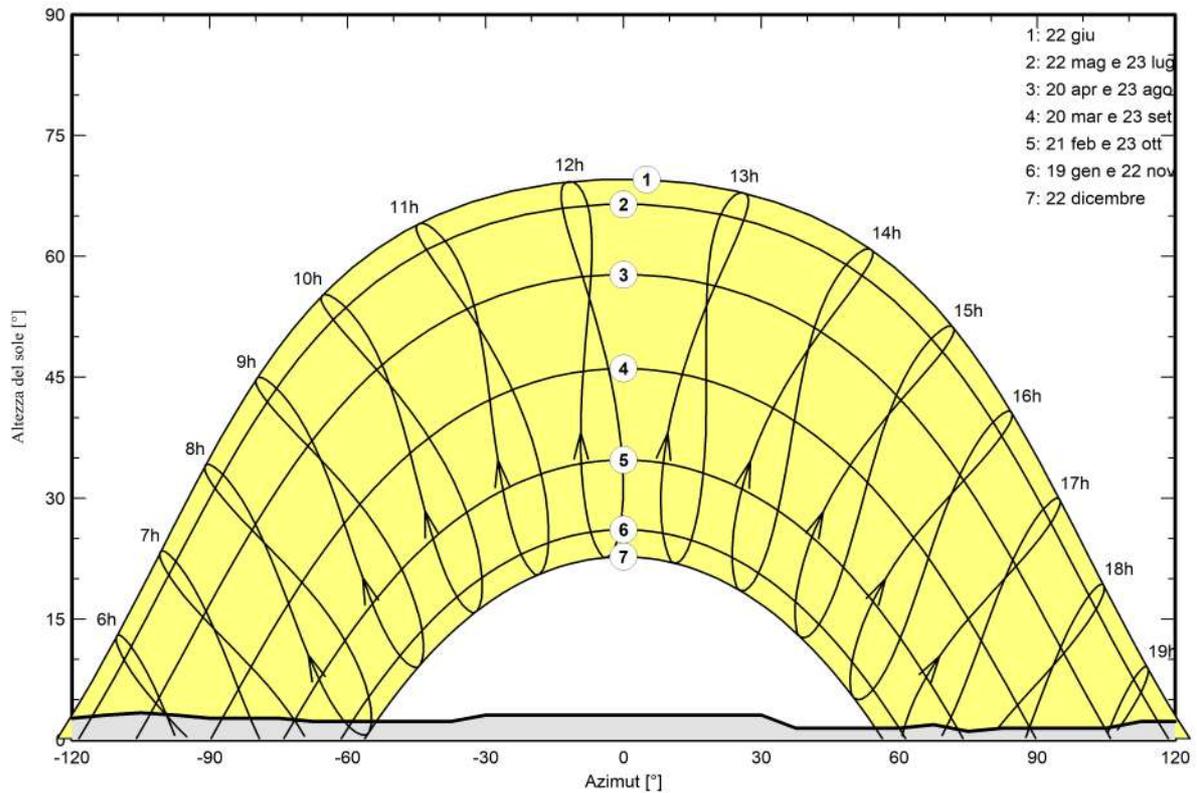
Horizon from PVGIS website API, Lat=43°50'1', Long=10°49'13', Alt=17m

Altezza media	2.7 °	Fattore su albedo	0.91
Fattore su diffuso	0.96	Frazione albedo	100 %

## Profilo dell'orizzonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105
Altezza [°]	3.4	3.8	3.1	3.8	4.6	3.1	2.7	3.8	2.7	3.1	3.4
Azimut [°]	-98	-90	-75	-68	-38	-30	30	38	60	68	75
Altezza [°]	3.1	2.7	2.7	2.3	2.3	3.1	3.1	1.5	1.5	1.9	1.1
Azimut [°]	83	105	113	135	143	150	165	173	180		
Altezza [°]	1.5	1.5	2.3	2.3	2.7	3.1	3.1	3.4	3.4		

## Percorsi del sole (diagramma altezza / azimut)





Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

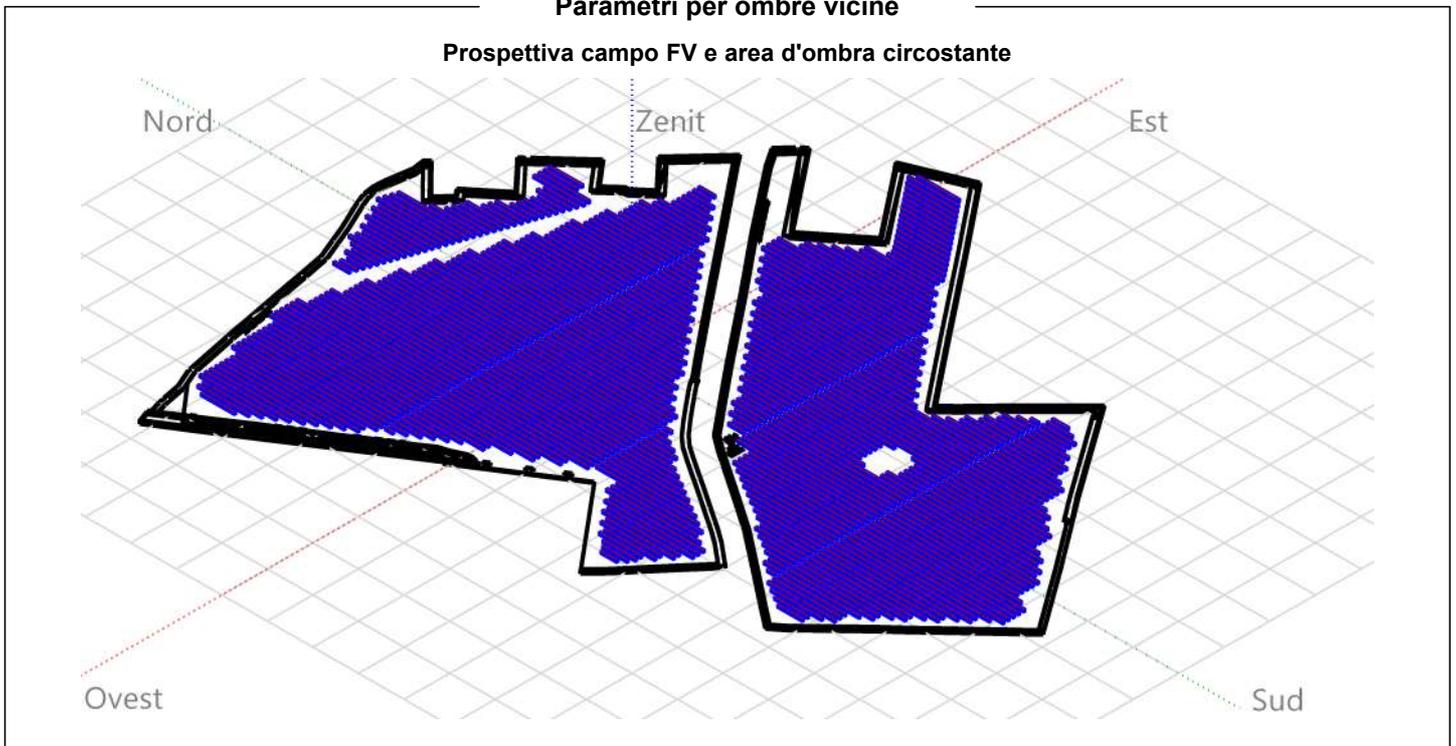
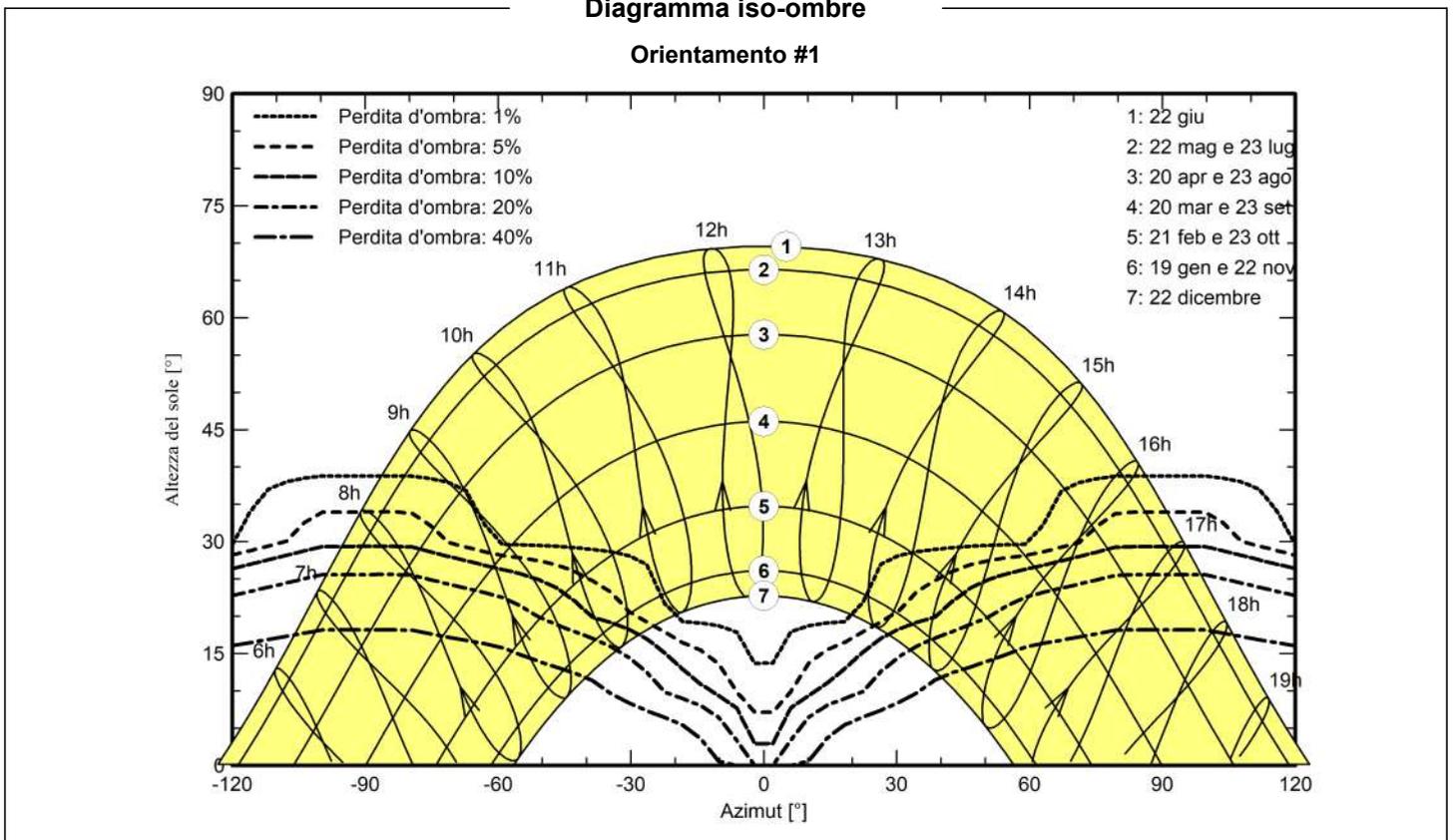


Diagramma iso-ombre

Orientamento #1





# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 1

**PVsyst V7.3.2**  
 VCO, Simulato su  
 30/03/23 08:47  
 con v7.3.2

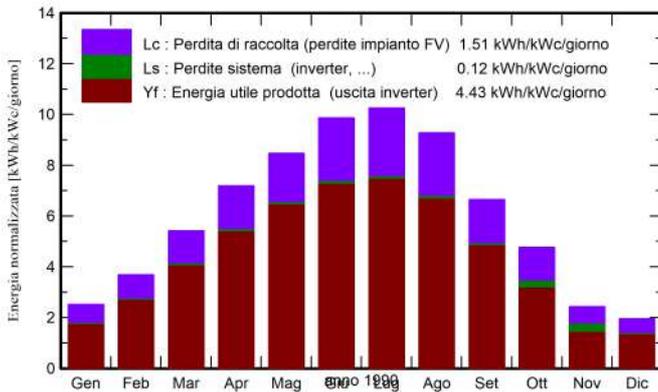
SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

## Risultati principali

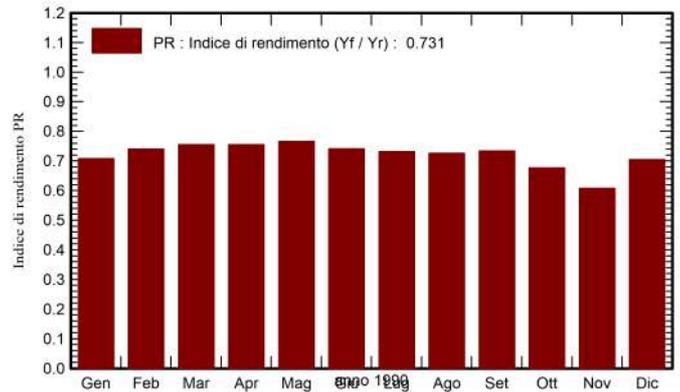
### Produzione sistema

Energia prodotta 89124881 kWh/anno      Prod. Specif. 1616 kWh/kWc/anno  
 Indice di rendimento PR 73.14 %

### 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>	kWh	kWh	ratio
<b>Gen. 90</b>	51.2	24.18	5.82	77.9	58.9	3128974	3043298	0.708
<b>Feb. 90</b>	68.1	27.66	5.54	103.1	81.6	4301395	4212508	0.741
<b>Mar. 90</b>	117.8	47.50	9.31	167.9	139.1	7109008	6987398	0.755
<b>Apr. 90</b>	156.9	61.88	12.71	215.9	182.7	9127231	8988452	0.755
<b>Mag. 90</b>	199.0	74.90	16.91	262.5	230.4	11250851	11086906	0.766
<b>Giu 90</b>	220.1	74.46	21.84	295.8	257.3	12261090	12091308	0.741
<b>Lug. 90</b>	230.1	67.21	24.24	318.1	275.6	13011271	12831510	0.731
<b>Ago 90</b>	203.7	59.49	24.03	287.5	246.0	11669971	11504296	0.726
<b>Sett. 90</b>	142.5	48.86	20.34	199.5	168.3	8199515	8069386	0.733
<b>Ott. 90</b>	99.1	40.21	15.64	147.8	118.4	5989666	5512910	0.676
<b>Nov. 90</b>	51.6	28.56	10.29	73.0	57.1	2992471	2445069	0.607
<b>Dic. 90</b>	40.0	19.65	5.42	60.5	45.8	2436714	2351841	0.705
<b>Anno</b>	1580.1	574.56	14.39	2209.5	1861.2	91478157	89124881	0.731

### Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale      EArray Energia effettiva in uscita campo  
 DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.      E\_Grid Energia immessa in rete  
 T\_Amb Temperatura ambiente      PR Indice di rendimento  
 GlobInc Globale incidente piano coll.  
 GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre



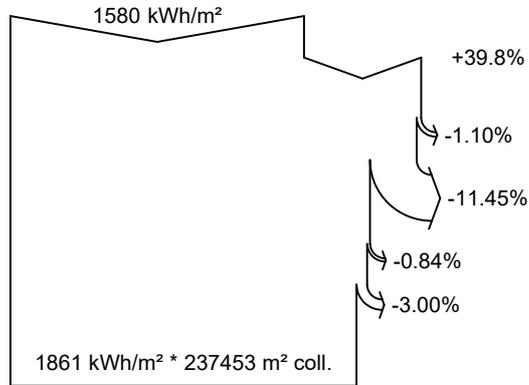
# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 1

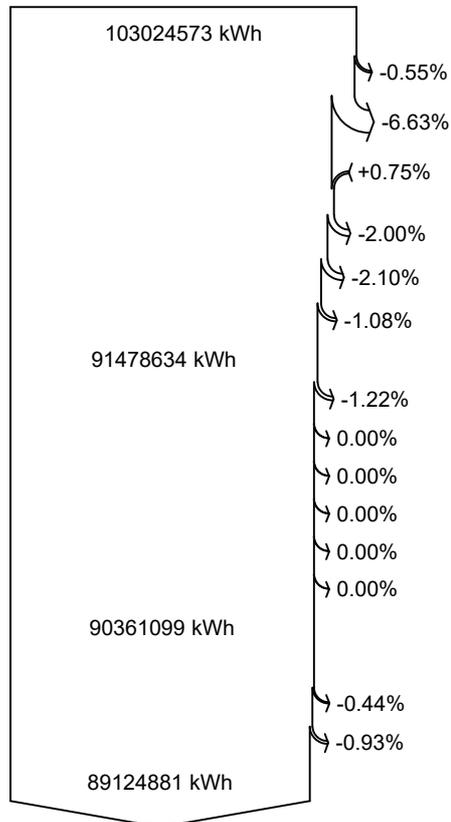
SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

**PVsyst V7.3.2**  
VCO, Simulato su  
30/03/23 08:47  
con v7.3.2

## Diagramma perdite



efficienza a STC = 23.31%



### Irraggiamento orizzontale globale

#### Globale incidente piano coll.

Ombre lontane / Orizzonte

Ombre vicine: perdita di irraggiamento

Fattore IAM su globale

Perdite per sporco campo

### Irraggiamento effettivo su collettori

Conversione FV

### Energia nominale campo (effic. a STC)

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

LID - "Light induced degradation"

Perdita disadattamento moduli e stringhe

Perdite ohmiche di cablaggio

### Energia apparente impianto a MPPT

Perdita inverter in funzione (efficienza)

Perdita inverter per superamento Pmax

Perdita inverte a causa massima corrente in ingresso

Perdita inverter per superamento Vmax

Perdita inverter per non raggiungimento Pmin

Perdita inverter per non raggiungimento Vmin

### Energia in uscita inverter

Ausiliari (ventilatori, altro...)

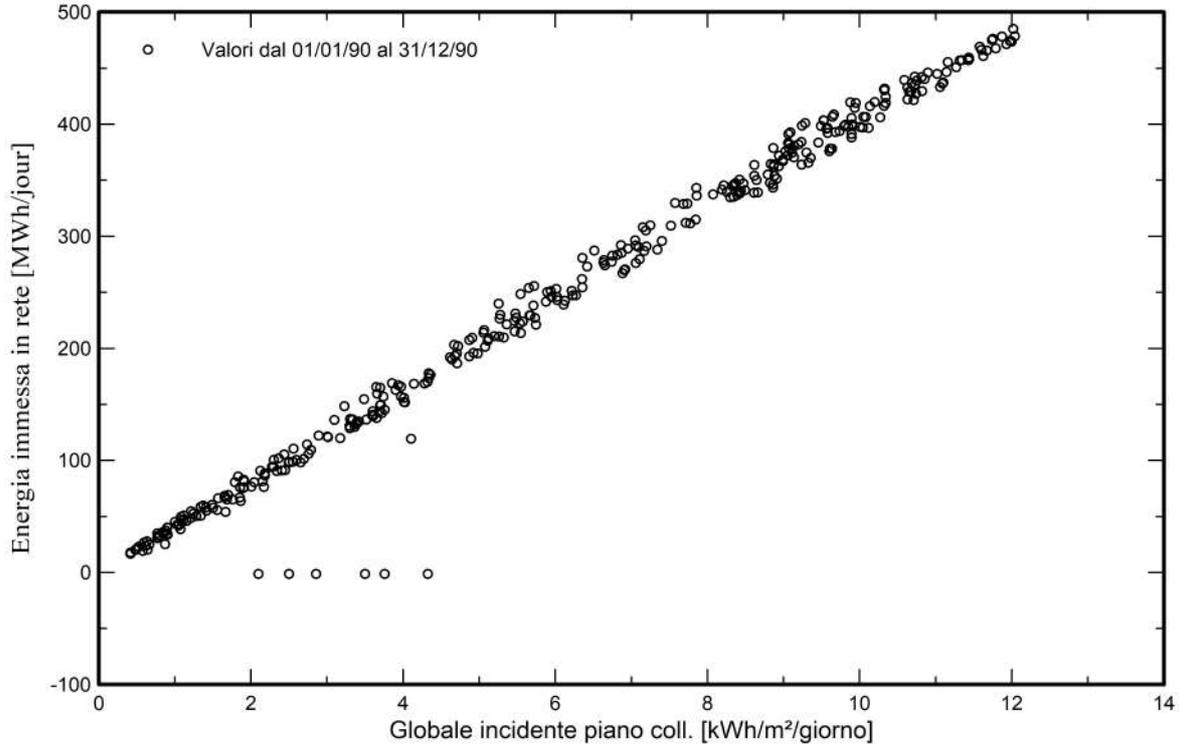
Indisponibilità del sistema

### Energia immessa in rete

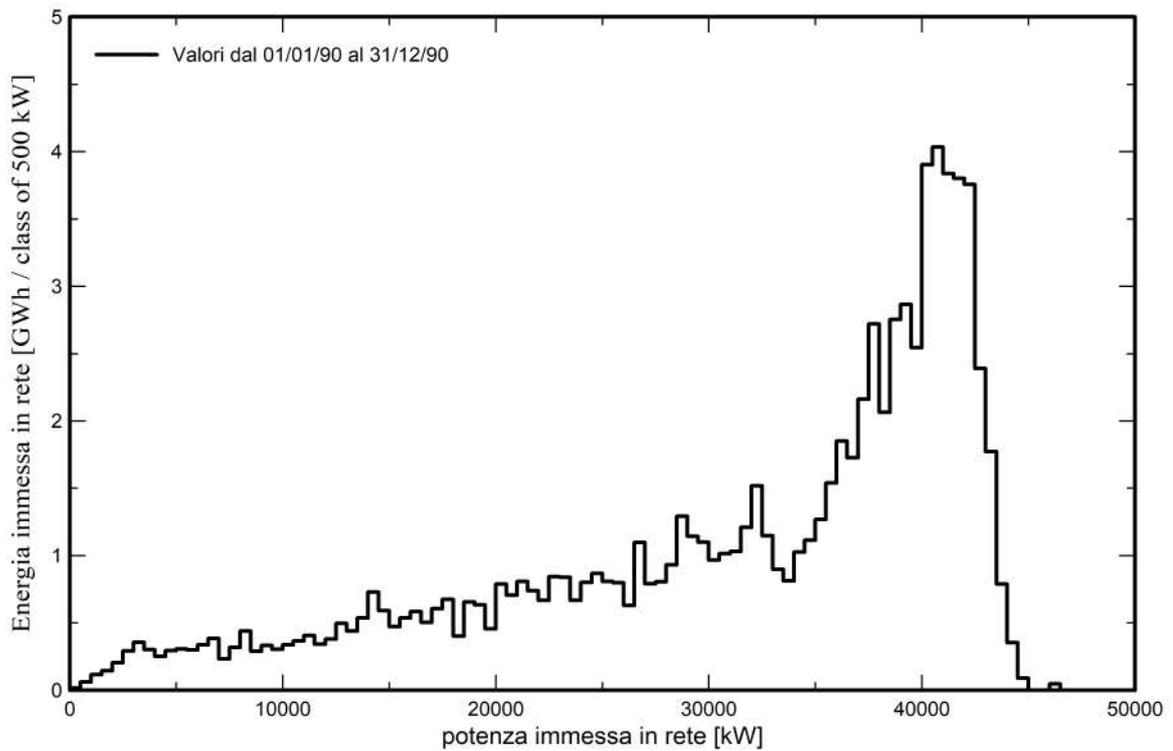


Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



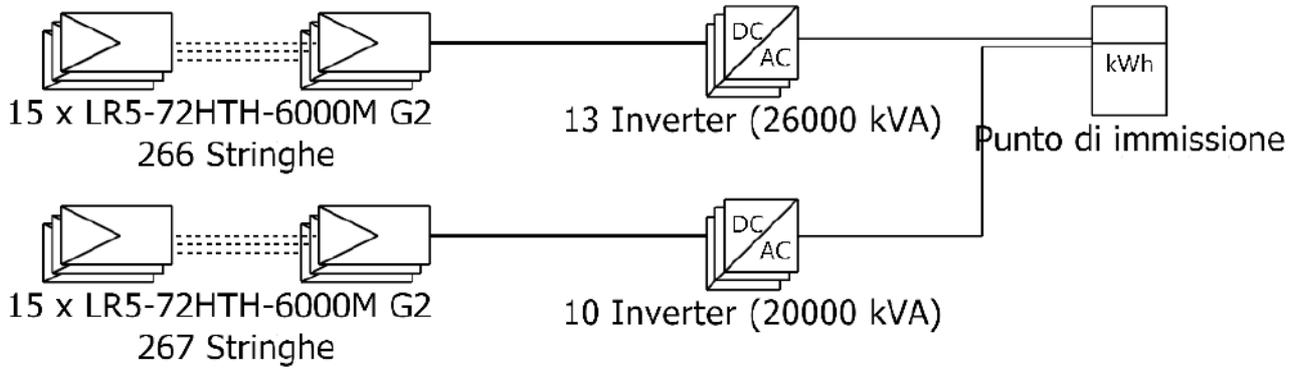
Distribuzione potenza in uscita sistema





**PVsyst V7.3.2**  
 VCO, Simulato su  
 30/03/23 08:47  
 con v7.3.2

# Schema unifilare



Modulo FV	LR5-72HTH-6000M G2
Inverter	SG2000
Stringa	15 x LR5-72HTH-6000M G2

Monsumanno Solar 1 SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING (Italy)

VCO : Campo 1

30/03/23

## 11.2 PVSYST – RAPPORTO DI SIMULAZIONE CAMPO 2

---

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 2

Sistema inseguitori

Potenza di sistema: 4291 kWc

Uggia-Pazzera-Bizzarrino - Italy

**Autore**

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)



# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 2

PVsyst V7.3.2

VC2, Simulato su  
30/03/23 09:30  
con v7.3.2

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

## Sommario del progetto

**Luogo geografico**  
Uggia-Pazzera-Bizzarrino  
Italia

**Ubicazione**  
Latitudine 43.83 °N  
Longitudine 10.82 °E  
Altitudine 17 m  
Fuso orario UTC+1

**Parametri progetto**  
Albedo 0.20

### Dati meteo

Uggia-Pazzera-Bizzarrino  
PVGIS-SARAH2;ISO-TMY;2005-2020

## Sommario del sistema

### Sistema connesso in rete

#### Orientamento campo FV

##### Orientamento

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S  
Asse dell'azimut 38.7 °

### Sistema inseguitori

#### Algoritmo dell'inseguimento

Calcolo astronomico

### Ombre vicine

Ombre lineari  
Diffuse shading tutti gli inseguitori

### Informazione sistema

#### Campo FV

Nr. di moduli 7152 unità  
Pnom totale 4291 kWc

#### Inverter

Numero di unità 2 unità  
Pnom totale 4000 kWac  
Rapporto Pnom 1.073

### Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

## Sommario dei risultati

Energia prodotta 6439782 kWh/anno Prod. Specif. 1501 kWh/kWc/anno Indice rendimento PR 70.53 %

## Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione orizzonte	5
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	6
Risultati principali	7
Diagramma perdite	8
Grafici predefiniti	9
Schema unifilare	10



# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 2

PVsyst V7.3.2

VC2, Simulato su  
30/03/23 09:30  
con v7.3.2

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

## Parametri principali

<b>Sistema connesso in rete</b>	<b>Sistema inseguitori</b>	
<b>Orientamento campo FV</b>		
<b>Orientamento</b>	<b>Algoritmo dell'inseguimento</b>	<b>Configurazione inseguitori</b>
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S	Calcolo astronomico	N. di eliostati 86 unità
Asse dell'azimut 38.7 °		<b>Dimensioni</b>
		Distanza eliostati 8.50 m
		Larghezza collettori 4.71 m
		Fattore occupazione (GCR) 55.4 %
		Phi min / max -/+ 60.0 °
		<b>Angoli limite ombreggiamento</b>
		Phi limits for BT -/+ 56.3 °
<b>Modelli utilizzati</b>		
Trasposizione Perez		
Diffuso Importato		
Circumsolare separare		
<b>Orizzonte</b>	<b>Ombre vicine</b>	<b>Bisogni dell'utente</b>
Altezza media 2.7 °	Ombre lineari	Carico illimitato (rete)
	Diffuse shadingtutti gli inseguitori	

## Caratteristiche campo FV

<b>Modulo FV</b>		<b>Inverter</b>	
Costruttore Longi Solar		Costruttore Sungrow	
Modello LR5-72HTH-6000M G2		Modello SG2000	
(definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit. 600 Wp		Potenza nom. unit. 2000 kWac	
Numero di moduli FV 7152 unità		Numero di inverter 2 unità	
Nominale (STC) 4291 kWc		Potenza totale 4000 kWac	
Moduli 447 Stringhe x 16 In serie		Voltaggio di funzionamento 460-850 V	
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Rapporto Pnom (DC:AC) 1.07	
Pmpp 3939 kWc		Power sharing within this inverter	
U mpp 639 V			
I mpp 6167 A			
<b>Potenza PV totale</b>		<b>Potenza totale inverter</b>	
Nominale (STC) 4291 kWp		Potenza totale 4000 kWac	
Totale 7152 moduli		Numero di inverter 2 unità	
Superficie modulo 18475 m <sup>2</sup>		Rapporto Pnom 1.07	

## Perdite campo

<b>Perdite per sporco campo</b>	<b>Fatt. di perdita termica</b>	<b>Perdite DC nel cablaggio</b>
Fraz. perdite 3.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento	Res. globale campo 1.7 mΩ
	Uc (cost) 20.0 W/m <sup>2</sup> K	Fraz. perdite 1.5 % a STC
	Uv (vento) 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s	
<b>LID - Light Induced Degradation</b>	<b>Perdita di qualità moduli</b>	<b>Perdite per mismatch del modulo</b>
Fraz. perdite 2.0 %	Fraz. perdite -0.8 %	Fraz. perdite 2.0 % a MPP
<b>Perdita disadattamento Stringhe</b>		
Fraz. perdite 0.1 %		



# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 2

**PVsyst V7.3.2**  
VC2, Simulato su  
30/03/23 09:30  
con v7.3.2

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

## Perdite campo

### Fattore di perdita IAM

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

0°	25°	45°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
1.000	1.000	0.995	0.962	0.936	0.903	0.851	0.754	0.000

## Perdite sistema

### indisponibilità del sistema

frazione di tempo 2.0 %  
7.3 giorni,  
3 periodi

### Perdite ausiliarie

Cons. aus. notturno 100.0 kW



# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 2

PVsyst V7.3.2  
VC2, Simulato su  
30/03/23 09:30  
con v7.3.2

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

## Definizione orizzonte

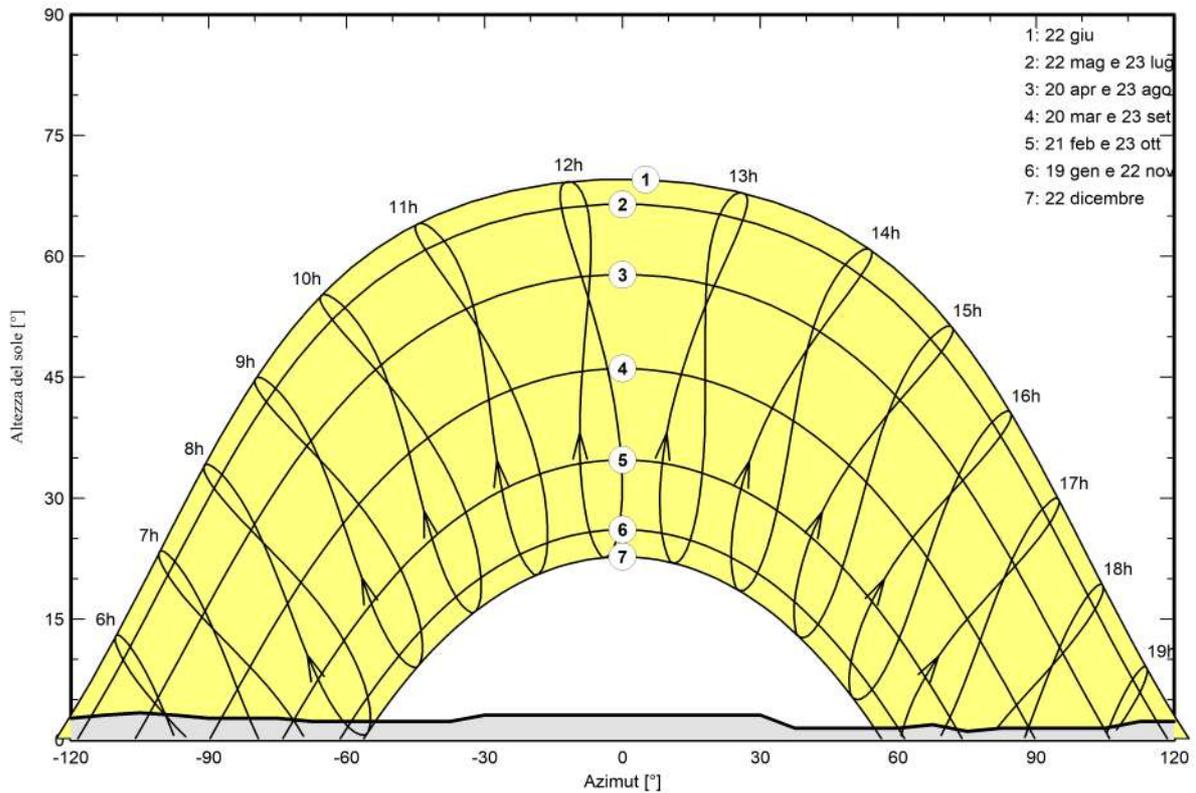
Horizon from PVGIS website API, Lat=43°50'1', Long=10°49'13', Alt=17m

Altezza media	2.7 °	Fattore su albedo	0.88
Fattore su diffuso	0.96	Frazione albedo	100 %

## Profilo dell'orizzonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105
Altezza [°]	3.4	3.8	3.1	3.8	4.6	3.1	2.7	3.8	2.7	3.1	3.4
Azimut [°]	-98	-90	-75	-68	-38	-30	30	38	60	68	75
Altezza [°]	3.1	2.7	2.7	2.3	2.3	3.1	3.1	1.5	1.5	1.9	1.1
Azimut [°]	83	105	113	135	143	150	165	173	180		
Altezza [°]	1.5	1.5	2.3	2.3	2.7	3.1	3.1	3.4	3.4		

## Percorsi del sole (diagramma altezza / azimut)





# Progetto: Monsumanno Solar 1

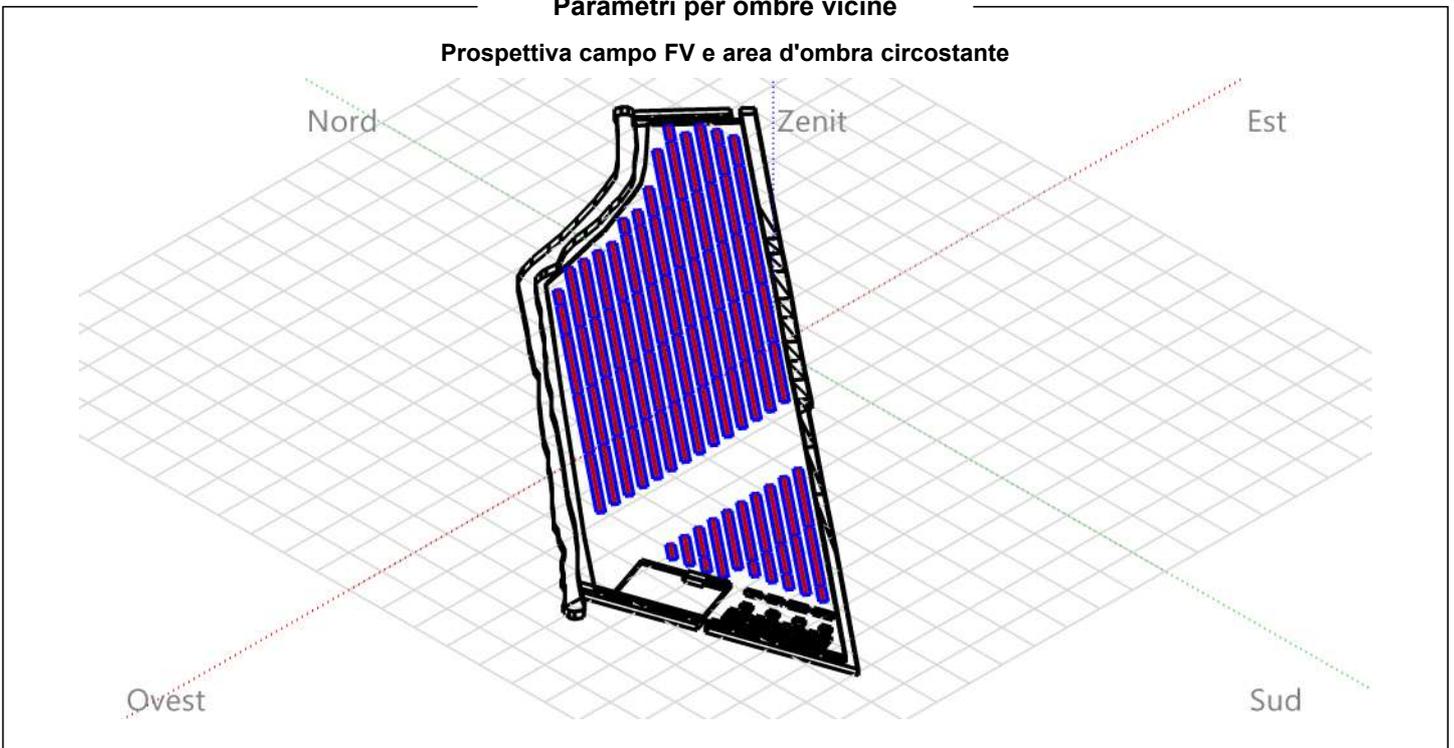
Variante: Campo 2

PVsyst V7.3.2  
VC2, Simulato su  
30/03/23 09:30  
con v7.3.2

SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

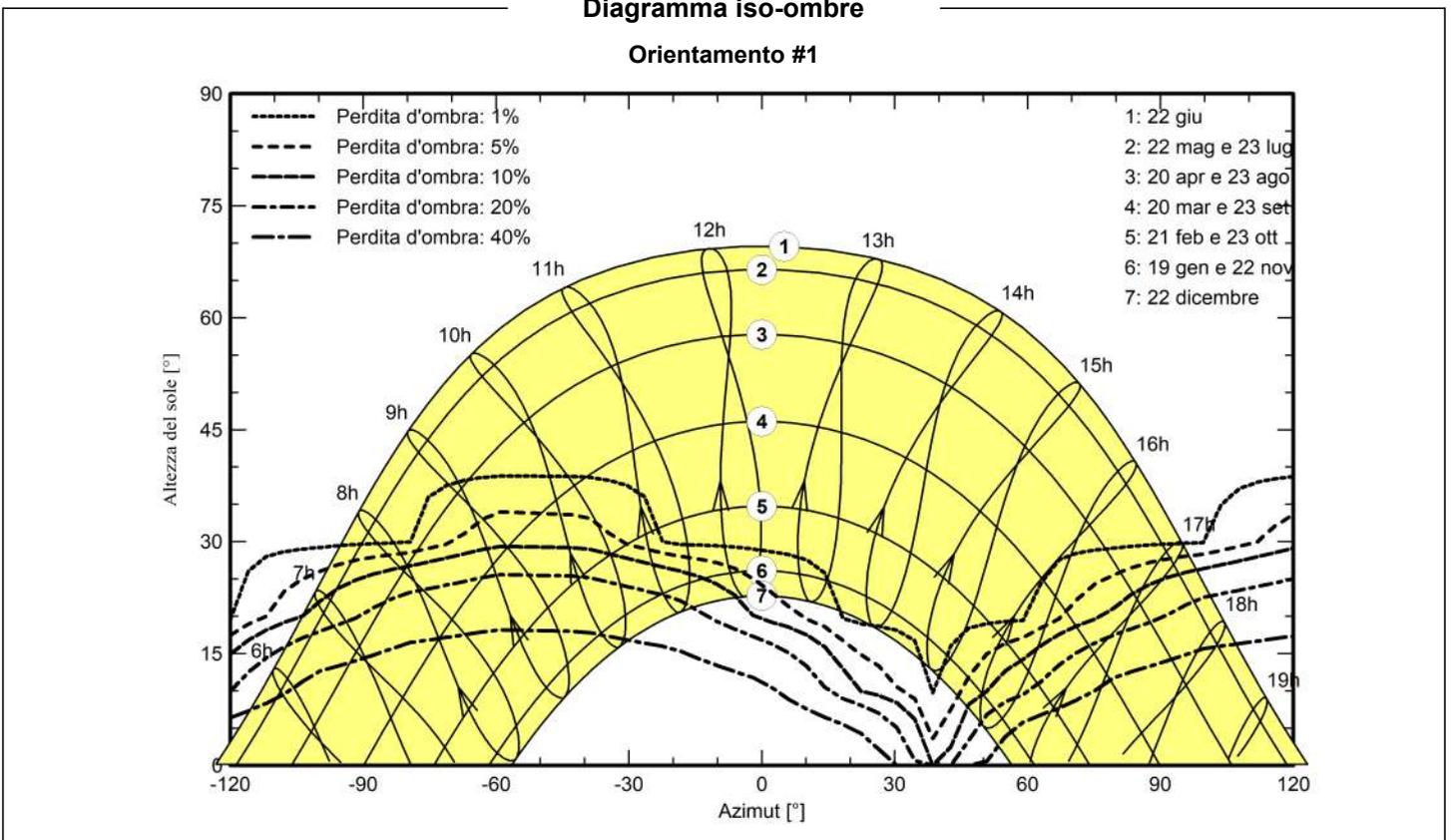
## Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante



## Diagramma iso-ombre

Orientamento #1





# Progetto: Monsumanno Solar 1

Variante: Campo 2

**PVsyst V7.3.2**  
VC2, Simulato su  
30/03/23 09:30  
con v7.3.2

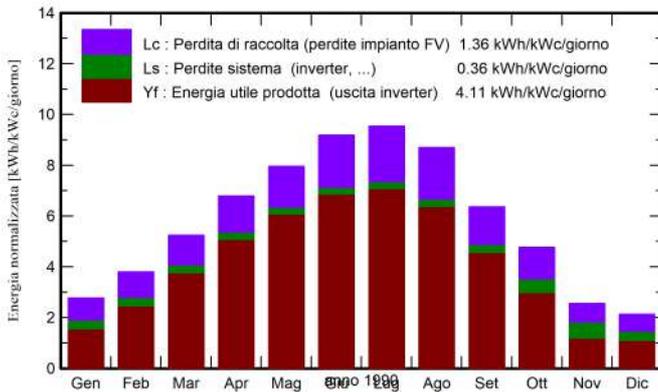
SALVETTI GRANEROLI ENGINEERING S.R.L. S.T.P. (Italy)

## Risultati principali

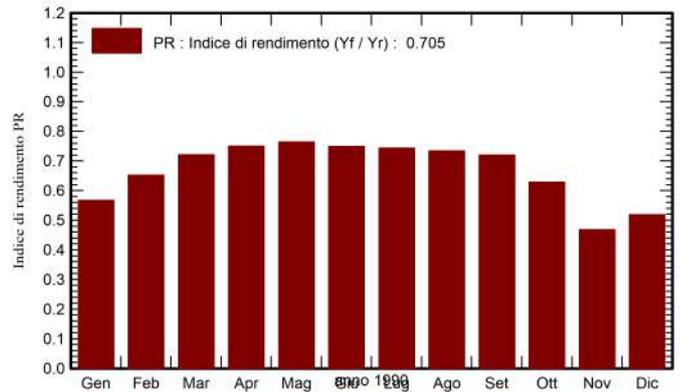
### Produzione sistema

Energia prodotta **6439782 kWh/anno**      Prod. Specif. **1501 kWh/kWc/anno**  
 Indice di rendimento PR **70.53 %**

### Produzione normalizzata (per kWp installato)



### Indice di rendimento PR



## Bilanci e risultati principali

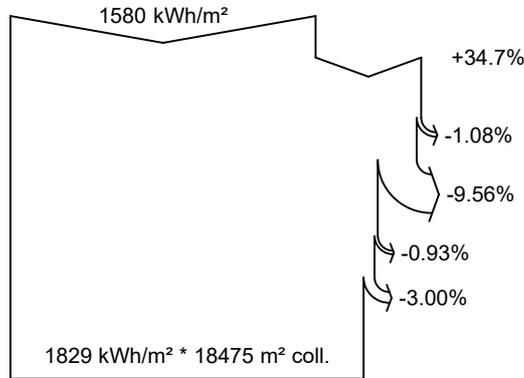
	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> kWh	<b>E_Grid</b> kWh	<b>PR</b> ratio
<b>Gen. 90</b>	51.2	24.18	5.82	85.7	62.4	255595	208479	0.567
<b>Feb. 90</b>	68.1	27.66	5.54	106.3	82.8	336624	297124	0.652
<b>Mar. 90</b>	117.8	47.50	9.31	162.4	137.6	544369	502263	0.721
<b>Apr. 90</b>	156.9	61.88	12.71	203.8	178.4	692899	655927	0.750
<b>Mag. 90</b>	199.0	74.90	16.91	246.8	222.2	846281	808824	0.764
<b>Giu. 90</b>	220.1	74.46	21.84	275.7	247.0	919410	885411	0.748
<b>Lug. 90</b>	230.1	67.21	24.24	295.7	265.6	979707	943261	0.743
<b>Ago. 90</b>	203.7	59.49	24.03	269.5	240.0	887313	848784	0.734
<b>Sett. 90</b>	142.5	48.86	20.34	190.9	166.6	629606	589629	0.720
<b>Ott. 90</b>	99.1	40.21	15.64	147.9	120.4	470706	398593	0.628
<b>Nov. 90</b>	51.6	28.56	10.29	76.8	58.5	236946	154249	0.468
<b>Dic. 90</b>	40.0	19.65	5.42	66.2	47.8	196460	147237	0.518
<b>Anno</b>	1580.1	574.56	14.39	2127.6	1829.2	6995915	6439782	0.705

### Legenda

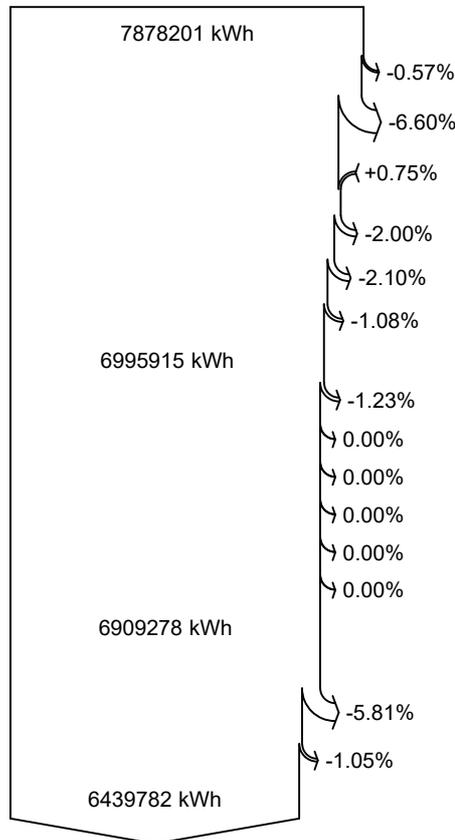
**GlobHor** Irraggiamento orizzontale globale      **EArray** Energia effettiva in uscita campo  
**DiffHor** Irraggiamento diffuso orizz.      **E\_Grid** Energia immessa in rete  
**T\_Amb** Temperatura ambiente      **PR** Indice di rendimento  
**GlobInc** Globale incidente piano coll.  
**GlobEff** Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre



**Diagramma perdite**



efficienza a STC = 23.31%



**Irraggiamento orizzontale globale**

**Globale incidente piano coll.**

Ombre lontane / Orizzonte

Ombre vicine: perdita di irraggiamento

Fattore IAM su globale

Perdite per sporco campo

**Irraggiamento effettivo su collettori**

Conversione FV

**Energia nominale campo (effic. a STC)**

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

LID - "Light induced degradation"

Perdita disadattamento moduli e stringhe

Perdite ohmiche di cablaggio

**Energia apparente impianto a MPPT**

Perdita inverter in funzione (efficienza)

Perdita inverter per superamento Pmax

Perdita inverte a causa massima corrente in ingresso

Perdita inverter per superamento Vmax

Perdita inverter per non raggiungimento Pmin

Perdita inverter per non raggiungimento Vmin

**Energia in uscita inverter**

Ausiliari (ventilatori, altro...)

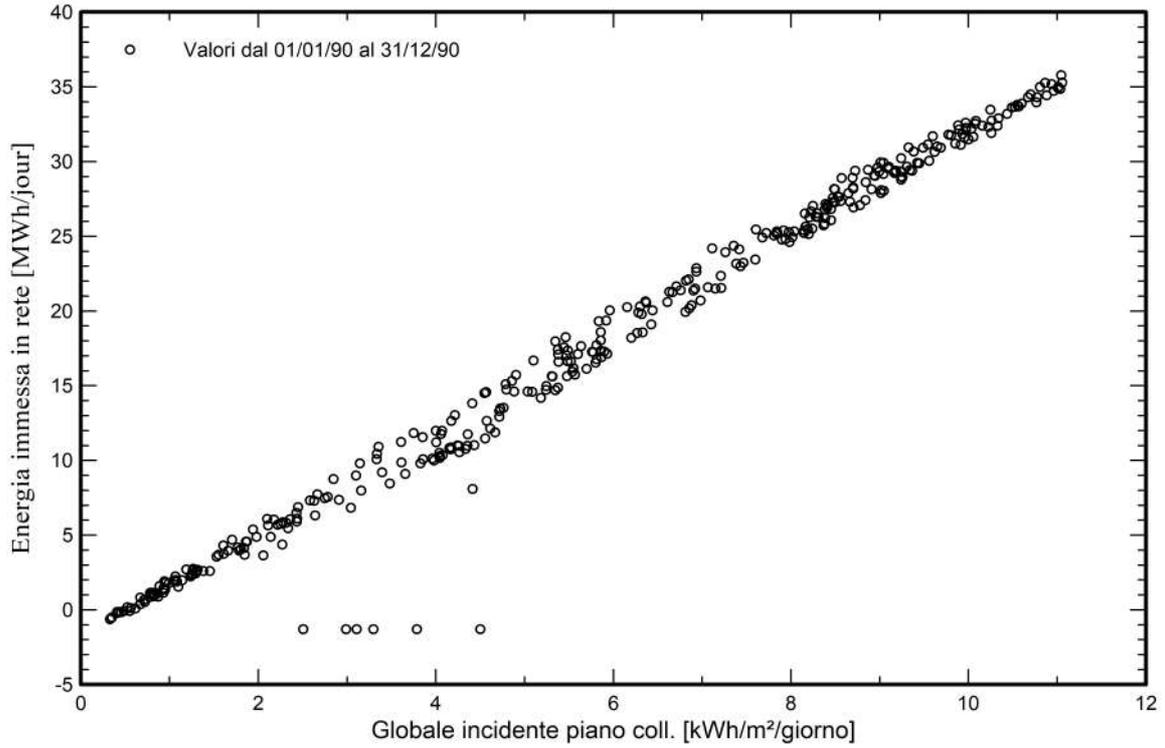
Indisponibilità del sistema

**Energia immessa in rete**

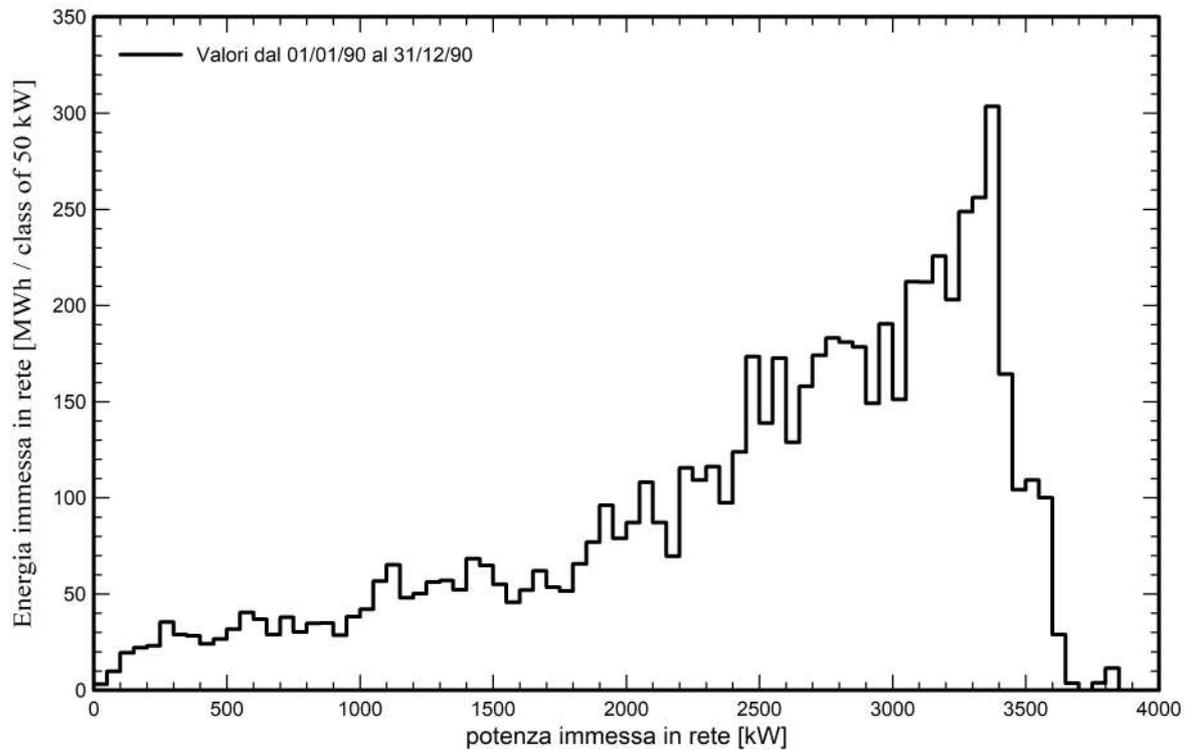


Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



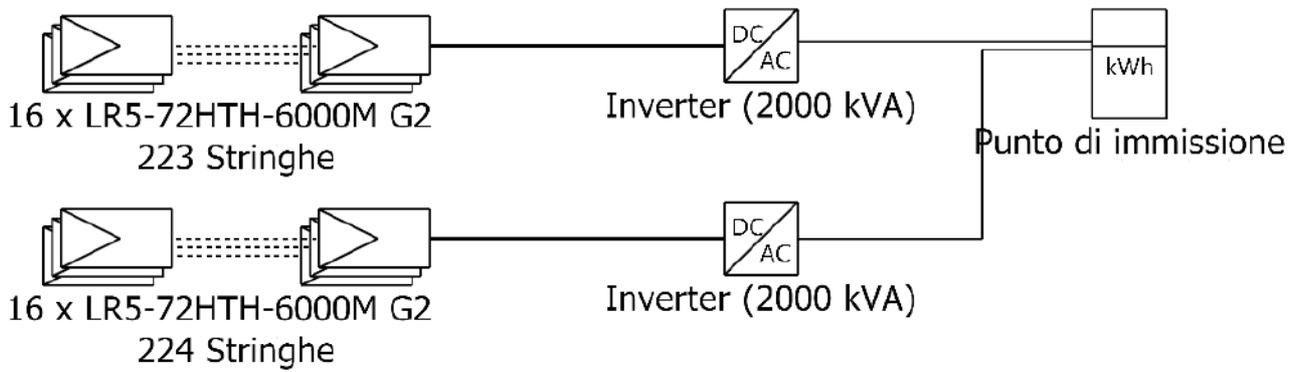
Distribuzione potenza in uscita sistema





**PVsyst V7.3.2**  
VC2, Simulato su  
30/03/23 09:30  
con v7.3.2

# Schema unifilare



Modulo FV	LR5-72HTH-6000M G2
Inverter	SG2000
Stringa	16 x LR5-72HTH-6000M G2

Monsumanno Solar 1

SALVETTI GRANER  
OLI ENGINEERING

VC2 : Campo 2

30/03/23