

22_09_PV_CAN_AU_22_RE_00	DICEMBRE 2022	RELAZIONE PRODUCIBILITÀ	Ing Pietro Rodia	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

COMMITTENTE:

PEONIA SOL S.r.l.
Via Mercato, 3
20121 Milano (MI)

TITOLO:

I05CQ85_DocumentazioneSpecialistica_33
Relazione producibilità

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria

direttore tecnico

Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO

Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
studio@projetto.eu
web site: www.projetto.eu



P.IVA: 02658050733



NOME FILE

I05CQ85_DocumentazioneSpecialistica_33

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

CARTA:
A4

SCALA:
/

ELAB.
RE.22

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	3
2.1	DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERVENTO.....	3
2.2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	11
2.3	SPECIFICHE TECNICHE PANNELLI FOTOVOLTAICI, INVERTER E CABINE DI TRASFORMAZIONE.....	13
2.4	STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI E OPERE DI FONDAZIONE	15
3	CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ	16
3.1	DATI DI IRRAGGIAMENTO SOLARE.....	16
3.2	PRODUCIBILITÀ	17
3.3	RISPETTO DEL REQUISITO B.2 – LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI ...	19
3.3.1	Definizioni.....	19
3.3.2	Calcolo della producibilità elettrica $FV_{standard}$	19
3.3.3	Verifica del Requisito B.2 – Procedibilità elettrica minima	20
3.4	BENEFICI AMBIENTALI	21
3.4.1	Emissioni evitate	21
3.4.2	Risparmio di combustibile.....	21
4	ALLEGATI	22

1 INTRODUZIONE

Scopo della presente relazione è quello di illustrare il calcolo della producibilità relativo alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico di potenza elettrica pari a 28.618,94kWp denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" con storage della potenza di 25.410 kW nel Comune di Erchie (BR) della società PEONIA SOL s.r.l. con sede legale in via Mercato n. 3 – 20121 – MILANO.

2

L'impianto agrivoltaico sarà realizzato per un'area complessiva di circa 72,86 ettari, 39,31 ettari dei quali utilizzati per le componenti impiantistiche, la cui realizzazione comporterà un significativo contributo alla produzione di energia rinnovabile.

L'impianto è installato a terra ed è destinato ad operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione di III categoria (Alta tensione) a 150.000 Volt, secondo le indicazioni fornite dall'Ente Distribuzione, in base ai criteri del DM 6 Agosto 2010 del Ministro dello Sviluppo Economico Incentivazione alla produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare per l'incentivazione di energia elettrica da impianti fotovoltaici in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29/12/2003, n. 387, delle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (di seguito: l'Autorità) e delle prescrizioni dell'Ente Distributore.

La realizzazione dell'impianto ed il successivo funzionamento non comporterà alcun tipo di emissione (inquinamento dell'acqua, dell'aria e del suolo, rumore, vibrazioni, luce, calore, radiazioni, ecc.), la produzione energetica, di tipo statica, basandosi sulla tecnologia fotovoltaica non comporterà nessun residuo in quanto effettuerà la trasformazione dell'energia solare in energia elettrica attraverso le celle in silicio policristallino dei moduli.

Attraverso la realizzazione dell'impianto si otterrà un notevole beneficio dal punto di vista ambientale in quanto si abatteranno le emissioni di CO₂ necessarie alla produzione dell'energia elettrica consumata in loco dallo stabilimento. In effetti, considerando il mix di produzione energetica italiano si può ipotizzare che la produzione di 1 kWh comporti la produzione di 0,4648 kg di CO₂ pertanto attraverso la produzione di oltre 59,023 GWh annuali si avrà un beneficio ambientale in termini di emissioni di CO₂ evitate pari a 27.434 tonnellate annue che diventano **823.020 tonnellate per la vita utile dell'impianto stimata in almeno 30 anni**. Inoltre, verranno abbattute le emissioni di altri gas inquinanti muovendosi nell'ottica prevista delle direttive europee vigenti.

A fronte degli enormi benefici dal punto di vista ambientale, l'impatto sarà minimo e totalmente eliminabile alla fine del ciclo di vita dell'impianto. Si sottolinea che **prima di finalizzare il progetto esecutivo, saranno valutate le migliori tecnologie disponibili al fine di ridurre ulteriormente l'impatto ambientale dell'opera.**

2 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

2.1 DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERVENTO

Le aree di impianto ricadono nel territorio amministrativo del Comune di Erchie (BR), localizzate a circa 2,50 km in direzione sud-est dal centro abitato del comune di Erchie in località "Masseria Argentoni".

L'accesso alle aree di intervento è garantito a mezzo della SS7ter, la SP64 e la SP144.

Inquadramento su base IGM - Scala 1:10.000

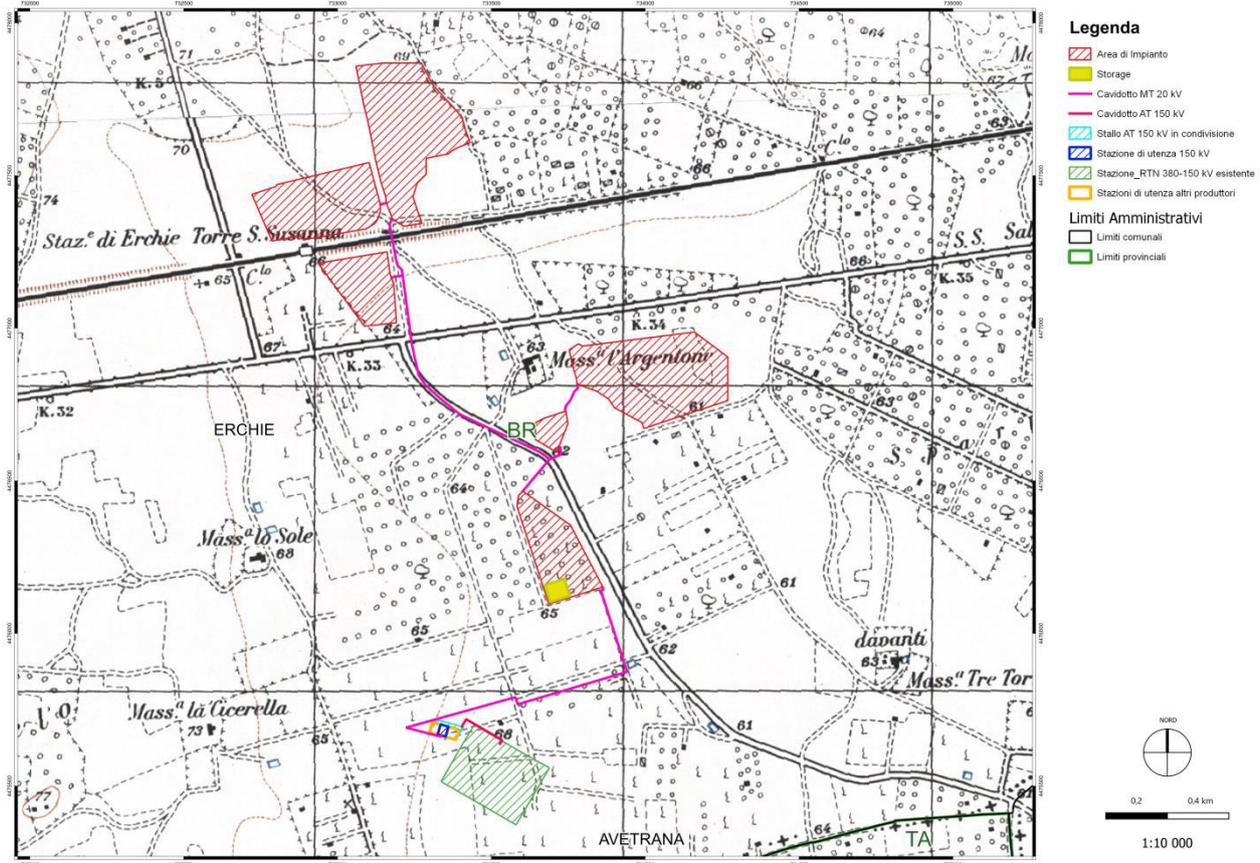


Figura 1 | Inquadramento aree di intervento su base IGM

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

Inquadramento su base Ortofoto - Scala 1:10.000

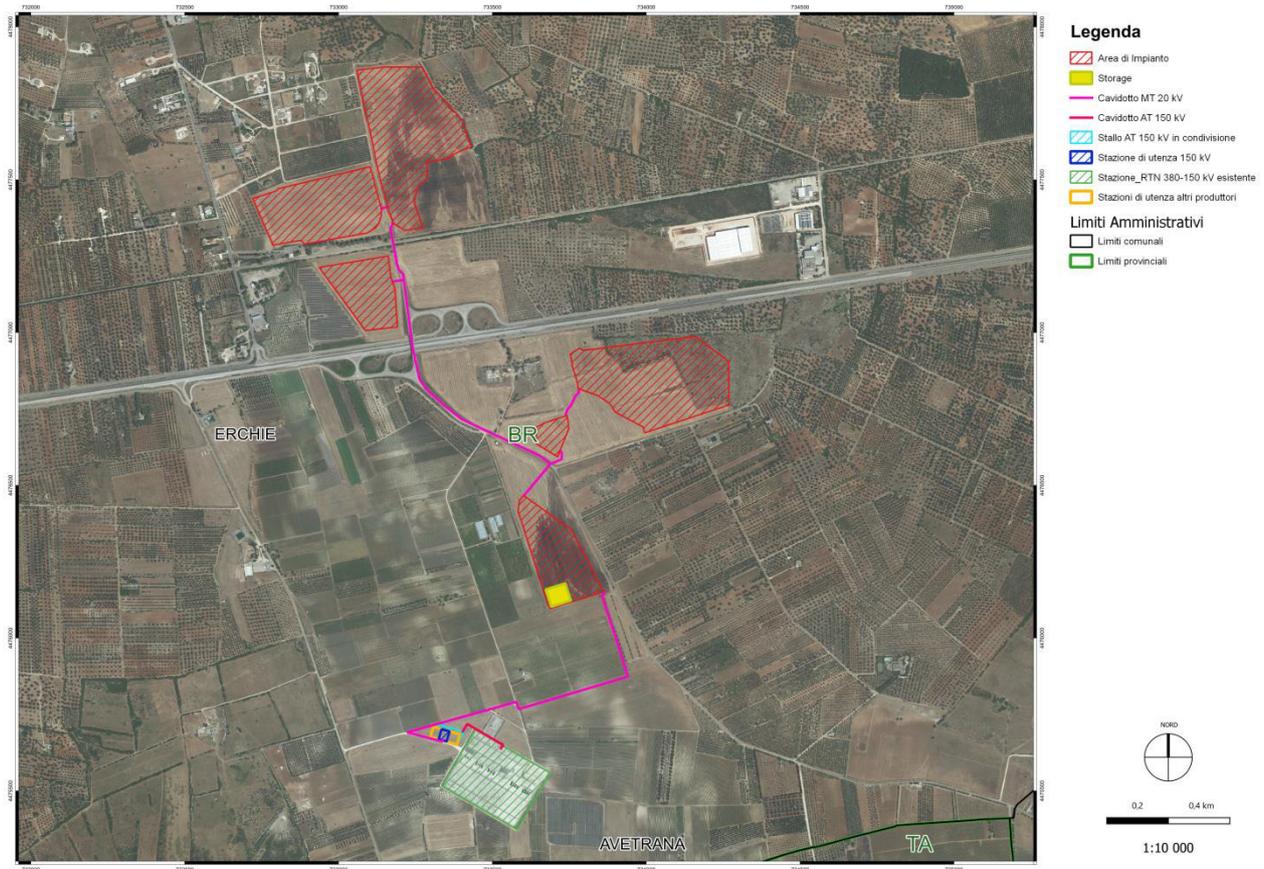


Figura 2 | Inquadramento aree di intervento su base ortofoto

L'intera area di progetto è caratterizzata da un'estensione totale pari a 72,86 ettari, 39,31 ettari dei quali utilizzati per le componenti impiantistiche, suddivisa in n. 6 aree recintate, delle quali si riportano di seguito le coordinate dei vertici secondo il SR WGS84 UTM 33N:

Inquadramento Area 1 su Ortofoto - Scala 1:2.500

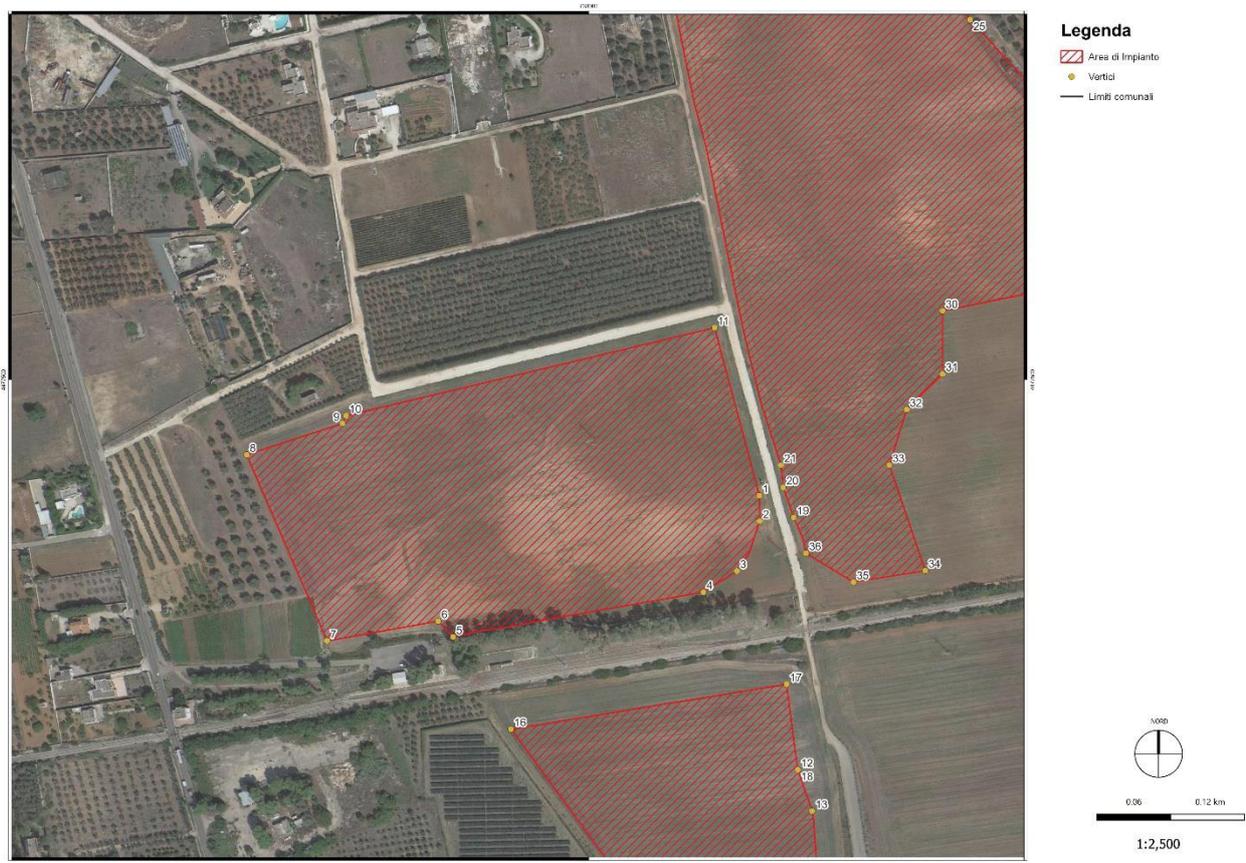


Figura 3 | Individuazione vertici area 1 di intervento

Tabella 1 | Coordinate dei vertici dell'area 1 di intervento

UTM WGS84 33N		
DENOMINAZIONE	East [m]	North [m]
1	733139	4477405
2	733139	4477384
3	733121	4477343
4	733093	4477326
5	732890	4477289
6	732877	4477302
7	732787	4477286
8	732721	4477439
9	732800	4477464
10	732802	4477471
11	733102	4477543

Inquadramento Area 2 su Ortofoto - Scala 1:2.500



Figura 4 | Individuazione vertici area 2 di intervento

Tabella 2 | Coordinate dei vertici dell'area 2 di intervento

UTM WGS84 33N		
DENOMINAZIONE	East [m]	North [m]
12	733176.146	4477163.312
13	733182.145	4477145.915
14	733191.504	4477018.139
15	733087.104	4477006.558
16	732936.800	4477213.159
17	733161.194	4477250.113
18	733170.294	4477179.840

Inquadramento Area 3 su Ortofoto - Scala 1:2.500



Figura 5 | Individuazione vertici area 3 di intervento

Tabella 3 | Coordinate dei vertici dell'area 3 di intervento

UTM WGS84 33N		
DENOMINAZIONE	East [m]	North [m]
19	733166.935	4477387.101
20	733158.432	4477411.611
21	733156.618	4477429.884
22	733059.776	4477858.363
23	733148.063	4477869.007
24	733272.267	4477869.007
25	733310.610	4477795.621
26	733404.913	4477690.663
27	733431.576	4477608.308
28	733373.325	4477582.296
29	733359.191	4477570.915
30	733288.189	4477556.598
31	733288.189	4477504.811

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

32	733258.960	4477475.582
33	733244.965	4477429.968
34	733274.170	4477343.311
35	733215.761	4477333.838
36	733177.025	4477357.602

Inquadramento Area 4 e 5 su Ortofoto - Scala 1:2.500

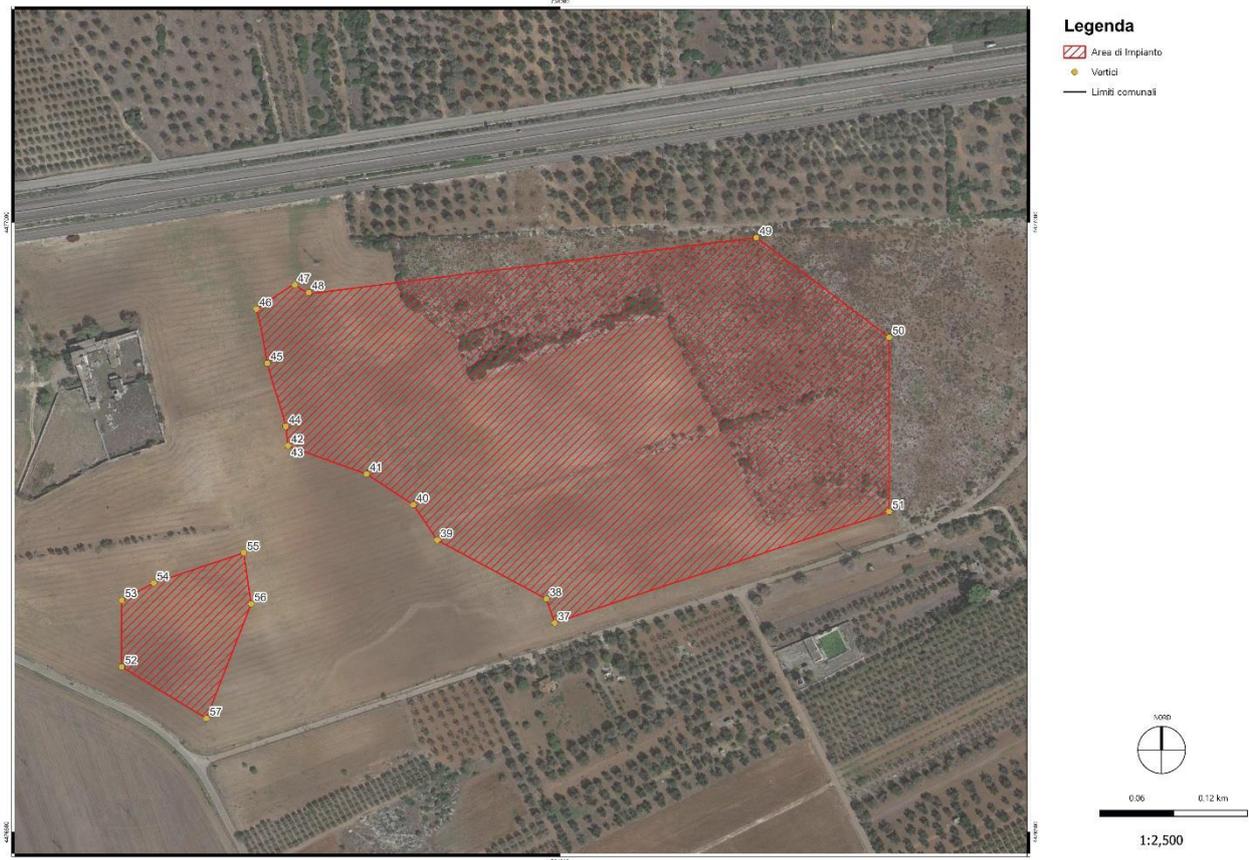


Figura 6 | Individuazione vertici area 4 e 5 di intervento

Tabella 4 | Coordinate dei vertici delle aree 3 e 4 di intervento

UTM WGS84 33N		
DENOMINAZIONE	East [m]	North [m]
37	733995.641	4476671.499
38	733988.859	4476691.191
39	733899.991	4476739.447
40	733880.565	4476768.401
41	733842.559	4476793.483
42	733778.494	4476816.705
43	733778.494	4476816.705

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

RELAZIONE PRODUCIBILITÀ



Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

44	733776.644	4476832.575
45	733761.567	4476884.381
46	733752.700	4476928.907
47	733784.020	4476948.574
48	733795.455	4476942.377
49	734159.805	4476987.467
50	734268.071	4476905.764
51	734268.053	4476762.789
52	733643.014	4476635.547
53	733643.014	4476690.200
54	733669.141	4476704.271
55	733742.419	4476728.977
56	733748.406	4476687.044
57	733711.998	4476593.231

Inquadramento Area 6 su Ortofoto - Scala 1:2.500



Figura 7 | Individuazione vertici area 6 di intervento

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

RELAZIONE PRODUCIBILITÀ



Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

Tabella 5 | Coordinate dei vertici dell'area 6 di intervento

UTM WGS84 33N		
DENOMINAZIONE	East [m]	North [m]
58	733862.190	4476152.385
59	733686.589	4476096.113
60	733583.021	4476417.043
61	733588.304	4476452.519
62	733602.062	4476466.269
63	733756.921	4476354.841

10

La disposizione dei campi costituenti il generatore fotovoltaico, come illustrato negli elaborati grafici, ottimizza le aree a disposizione mantenendo una omogeneità di insieme, senza incorrere in possibili interferenze di ombre reciproche che inficerebbero l'efficienza globale dell'impianto.

Inoltre, la geometria dell'area ha consentito di collocare gli inverter in posizione baricentrica rispetto alle stringhe, e le cabine di trasformazione in prossimità agli inverter per ridurre al minimo le cadute di tensione lungo la linea di collegamento.

Nel catasto terreni del comune di Erchie, le aree d' intervento sono individuate dai seguenti identificativi catastali:

- Foglio 26 particelle: 241-287-289-286-452-453-455-457
- Foglio 27 particelle: 166
- Foglio 33 particelle: 144-146
- Foglio 34 particelle: 67-77-170-180-268
- Foglio 37 particelle: 66-67-81-299

Dal **Certificato di Destinazione Urbanistica**, rilasciato dal **Comune di Erchie (BR)** in data 12/12/2022, l'area risulta in **ZONA AGRICOLA (E)** del Piano Urbanistico Generale.

La STMG (codice pratica 201800455) prevede la realizzazione della sottostazione di trasformazione 20/150 kV, la quale avrà una potenza nominale installata di 50 MVA e sarà collocata in area esterna limitrofa a quella occupata dalla stazione elettrica RTN 380/150 kV di Erchie.

La connessione in oggetto permetterà di ottenere il trasferimento dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico alla sezione a 150 kV della stazione elettrica mediante inserimento in antenna attraverso la realizzazione di una linea sbarre a 150 kV con sezionatori di terra e TVC e una linea interrata di collegamento allo stallo linea della stazione elettrica RTN.

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

La stazione elettrica 380/150 kV è ubicata nel comune di Erchie (BR) in modalità entra-esce sull'esistente elettrodotto 380 kV Galatina-Taranto Nord.

Gli interventi di ampliamento in progetto prevedono la realizzazione di n.3 stalli di trasformazione 150/20 kV ubicati in area adiacente alla stazione 380/150 kV che consentiranno di smistare sul sistema elettrico l'energia proveniente da diversi produttori mediante l'impiego di fonti rinnovabili, tra cui quella prodotta dall'impianto fotovoltaico "Masseria Argentoni" installato in agro, a Sud-Ovest del Comune di Erchie (BR).

2.2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con 43.036 moduli con potenza nominale di 665 Wp, per un totale di 28.618,94 kWp.

La potenza di picco (P_{tot}) dell'impianto fotovoltaico in corrente continua è definita come la somma delle potenze dei singoli moduli che li compongono misurate in condizioni standard, (radiazione 1 kW/m², 25°C) risulta pari a:

$$P_{tot} = P_{mod} \times N_{mod} = 665 \times 43.036 = 28.618,94 \text{ kWp.}$$

La Potenza fornita in rete elettrica (P_{ca}) tiene conto delle perdite del sistema dovute al discostarsi dalle condizioni standard ed alle perdite per la trasformazione della corrente continua in corrente alternata; si riportano di seguito le perdite ipotizzate:

- perdite per scostamento dalle condizioni nominali di funzionamento (temperatura);
- perdite per riflessione,
- perdite per mismatching tra stringhe (moduli);
- perdite in corrente continua;
- perdite sul sistema di conversione cc/ca;
- perdite nel trasformatore;
- perdite per polluzione sui moduli;
- perdite nei cavi, quadri, ecc.

Con l'impianto fotovoltaico sarà connesso un sistema di accumulo elettrochimico della potenza di 25.410 kW, tale impianto sarà gestito in modo da impedire che il valore di potenza immesso in rete superi il valore nominale, permettere inoltre che il sistema di accumulo venga caricato dalla rete pubblica.

Tabella 6 | Tabella di sintesi dell'impianto in progetto

Dati Generali	Soggetto responsabile	Peonia Sol s.r.l.
	Ubicazione dell'impianto	Erchie (BR)
	Latitudine	40°24'33" Nord
	Longitudine	17°45'25" Est

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

	Altitudine s.l.m.	66 m
	Inclinazione piano moduli	2°
	Orientazione piano moduli	0 gradi (rispetto a sud)
	Zona di vento	3
Generatore fotovoltaico	Potenza nominale	28.618,94 kWp
	Tensione di stringa alla massima potenza, Vm	1078 V
	Corrente alla massima potenza, Im	17,28 A
	Tensione (di stringa) massima di circuito aperto, Voc	1276,8 V
	N° moduli totale	43.036
Moduli fotovoltaici	Potenza nominale, Pn	665 Wp
	Tensione alla massima potenza, Vm	38,5 V
	Tensione massima di circuito aperto, Voc	45,6 V
	Corrente alla massima potenza, Im	17,28 A
	Corrente massima di corto circuito, Isc	18,51 A
	Tipo celle fotovoltaiche	monocristalline
Strutture di sostegno	Materiale	Acciaio zincato
	Posizionamento	Terreno
	Integrazione architettonica dei moduli	No
Inverter	Potenza di picco	200 kWp
	Potenza nominale d'uscita	200 kVA
	Corrente CC max per MPPT	100 A
	Tensione d'ingresso	550 – 1500 V
	Tensione d'uscita	800 Vac
	Rendimento europeo	98,6 %
Trasformatore	Potenza	6800-3400 kVA
	Livello di tensione	0,8/20 kV
	Gruppo di connessione	Dy11-y11/Dy11
	Tipo di raffreddamento	ONAN
Sistema di accumulo elettrochimico	n. cabine batterie	37
	potenza (kW)	1.375
	n. cabine di conversione	7
	Potenza (kW)	4.390
	n. cabine di trasformazione (kW)	4
	Potenza (kW)	3.630

12

L'impianto sarà suddiviso in sottocampi come riportato di seguito:

Tabella 7 | Configurazione sottocampi

SOTTOCAMPO	POTENZA DC (W)	N. MODULI	N. STRINGHE	N. INVERTER	POTENZA TRASF. (KVA)
1	8602440	12936	462	33	6800
2	4319840	6496	232	17	3400
3	2867480	4312	154	11	3400
4	8863120	13328	476	34	6800
5	3966060	5964	213	16	3400

Le stringhe che costituiscono i generatori fotovoltaici si otterranno collegando in serie 28 moduli.

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

RELAZIONE PRODUCIBILITÀ



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. 0206



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. 0145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. 01097

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

Il sistema di accumulo elettrochimico (BESS) verrà installato all'interno all'area recintata di impianto denominata "Area 6".

Si rimanda all'elaborato denominato "I05CQ85_CalcoliPreimpianti" per una trattazione di dettaglio.

2.3 SPECIFICHE TENICHE PANNELLI FOTOVOLTAICI, INVERTER E CABINE DI TRASFORMAZIONE

13

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da moduli con potenza nominale pari a 665 Wp. Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche:

Caratteristiche generali

- Potenza nominale: 665 Wp, certificata in Condizioni Test Standard (STC): irraggiamento 1.000 W/m² con spettro di AM pari a 1,5 e temperatura delle celle di 25 °C.
- 132 celle solari in silicio monocristallino;
- Dimensioni: 2.384 x 1.303 x 35 mm;
- Peso: 37,9 kg.

Caratteristiche elettriche

- Potenza elettrica nominale: 665 Wp a 1.000 W/m², 25 °C, AM 1,50;
- Tensione a circuito aperto: 45,6 V;
- Tensione alla massima potenza: 38,5 V;
- Corrente di corto circuito: 18,51 A;
- Corrente alla massima potenza: 17,28 A;
- Efficienza del modulo: 21,4 %;
- Coefficiente di temperatura – tensione a circuito aperto: -0,260 %/°C;
- Coefficiente di temperatura – corrente di corto circuito: -0,05 %/°C;
- Coefficiente di temperatura – potenza: -0,340 %/°C.

Valori limite

- Temperatura di utilizzo (cella): da -40 °C a +85 °C;
- Tensione massima di sistema: 1.500 V.

Il generatore fotovoltaico fornirà energia elettrica in rete attraverso gli inverter di stringa e cabine di trasformazione.

Gli inverter di progetto presentano le seguenti caratteristiche:

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

Ingresso inverter HUAWEI SUN2000-215KTL

- Tensione massima di corto circuito: 1500 V;
- Numeri di ingressi DC: 14;

Corrente massima di corto circuito: 300 A.

2.4 STORAGE

Il sistema di accumulo elettrochimico Battery Energy Storage System ("BESS") sarà installato in parallelo all'impianto fotovoltaico in progetto.

Il BESS avrà una capacità in potenza e in energia tali da fornire servizi di rete, quali regolazione di frequenza e di tensione, e servizi all'impianto da fonte rinnovabile al fine di compensare la variabilità della potenza proveniente da fonte solare, in modo da supportare la stabilità e la regolazione della rete.

Il sistema di accumulo elettrochimico è costituito essenzialmente dai seguenti componenti:

- Assemblati Batterie;
- PCS (apparecchiature di conversione dell'energia elettrica da c.c. in c.a.);
- Cabine di trasformazione;
- Apparecchiature di manovra e protezione;
- Servizi ausiliari;
- Sistema di controllo.

Le apparecchiature principali saranno alloggiare in container metallici, per il sistema proposto, si prevede la installazione di:

- N. 37 container di energia (Battery Container) della potenza di 1,375 MW / 2,75 MWh per una potenza complessiva di 50,875 MW / 101,75 MWh di accumulo elettrochimico;
- N. 7 container contenenti il sistema di conversione, ciascun inverter ha una potenza di 4,39 MW per un totale di 30,73 MW (ac);
- N. 4 container contenenti il trasformatore e i quadri elettrici di media tensione, i trasformatori hanno una potenza di 3,63 MVA per un totale di 25,41 MVA.

I containers saranno attrezzati con sistemi di condizionamento opportunamente dimensionati in modo da garantire le migliori condizioni ambientali per il corretto funzionamento degli equipaggiamenti.

L'elemento principale del sistema è l'accumulatore elettrochimico ricaricabile. Nel caso specifico saranno utilizzati accumulatori a ioni di litio-ferro-posfato (LFP) che permettono di ottenere elevate potenze specifiche in rapporto alla capacità nominale.

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

Le batterie sono alloggiare all'interno di container e sono raggruppate in 8 rack con 6 gruppi di batterie, ciascuno formato da 414 celle in serie secondo la configurazione 8x1Px414S, attraverso un Power Center si ottiene la connessione dei rack di batterie con la cabina di conversione.

Le batterie sono di tipo ermetico e sono in grado di resistere, ad involucro integro, a sollecitazioni termiche elevate ed alla fiamma diretta. Esse non costituiscono aggravio al carico di incendio.

2.5 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI E OPERE DI FONDAZIONE

La struttura di sostegno dei pannelli è caratterizzata dai seguenti elementi:

- **Pilastrini montanti – profilo HEB140** con altezza totale e dell'ala di 140 mm di collegamento tra il palo di fondazione e la struttura del piano di appoggio dei pannelli fotovoltaici;
- **Trave principale orizzontale – profilo Scatolare di sezione 150x150 mm**, spessore 3 mm di collegamento tra i pilastri HEB140;
- **Arcarecci - binari fissaggio moduli - profilo a C 215x80 mm** spessore 4 mm.

La tecnologia utilizzata è quella che prevede un impianto ad inseguitore monoassiale.

Gli impianti a inseguitori tendono a ottimizzare l'angolo di irraggiamento: un modo per rendere sempre massimo l'angolo di incidenza tra i raggi solari e la superficie del pannello è quello di muovere il pannello, e di orientarlo costantemente verso il sole. Tramite motori pilotati da un computer, i pannelli si muovono seguendo il moto apparente del sole da Est ad Ovest.

Lo scopo dell'inseguitore solare è quello di mantenere, istante per istante, il piano dei moduli fotovoltaici perpendicolare al raggio del sole. Il sistema di movimento più frequente è di solito di tipo astronomico e prevede, a fine giornata, il posizionamento del pannello ad inizio corsa, verso Est.

Il passo ed il numero di binari è funzione della tipologia di moduli impiegati ed è indicato nel disegno strutturale **I05CQ85_DocumentazioneSpecialistica_12_01**.

Gli stessi moduli fotovoltaici verranno fissati ai binari mediante appositi morsetti.

3 CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ

Con la realizzazione dell'impianto si intende conseguire un significativo risparmio energetico mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal sole.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile.

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore, oltre che della disponibilità economica, è stato effettuato tenendo conto di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico, con lo studio delle aree non idonee FER;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo).

3.1 DATI DI IRRAGGIAMENTO SOLARE

Come nella maggior parte degli impianti ad energia rinnovabile, la fonte primaria risulta aleatoria e quindi solo statisticamente prevedibile. Per avere riferimenti oggettivi sui calcoli di prestazione dei sistemi, si fa riferimento a pubblicazioni ufficiali che raccolgono le elaborazioni di dati acquisiti sul lungo periodo fornendo così medie statistiche raccolte in tabelle di anni-tipo.

I dati di irraggiamento solare utilizzati per la presente stima della producibilità sono presenti all'interno del software PVSyst 6.88. Trattasi di dati meteorologici mensili, basati su circa 7.700 stazioni appartenenti alla rete di Meteonorm (METEOTEST, Piazza Fabrikstrasse, 14 – CH-3012 Berna, Svizzera). I dati sulla posizione non registrati vengono interpolati sulla base di altitudine e zona.

Si riporta di seguito i dati dell'area di progetto.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	22_09_PV_CAN_210922		
Geographical Site	Erchie	Country	Italy
Situation	Latitude 40.41° N	Longitude	17.75° E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+1	Altitude	62 m
Meteo data:	Erchie	Meteonorm 7.2, Sat=100% - Synthetic	

Simulation variant : Agrivoltaico

Simulation date 21/12/22 13h13
Simulation for the 20th year of operation

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	66.2	24.35	9.81	129.7	125.8	3014	2896	0.780
February	79.4	39.51	10.20	132.1	127.8	3056	2936	0.777
March	127.9	49.74	13.12	203.9	197.9	4627	4445	0.762
April	172.0	55.84	15.80	254.9	247.7	5652	5432	0.745
May	218.0	72.52	21.55	304.6	295.6	6712	6461	0.741
June	232.6	60.14	25.65	319.8	310.6	6919	6661	0.728
July	250.9	50.68	28.74	357.4	347.7	7624	7341	0.718
August	217.2	51.57	28.32	322.9	314.1	6903	6644	0.719
September	159.8	43.85	22.77	260.7	253.7	5683	5468	0.733
October	115.3	37.11	19.24	206.1	200.3	4591	4416	0.749
November	77.2	25.40	14.51	157.6	152.9	3595	3460	0.767
December	59.5	20.84	11.11	128.5	124.6	2977	2862	0.778
Year	1776.0	531.54	18.45	2778.4	2698.7	61354	59023	0.742

Legends:	GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
	DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
	T_Amb	T amb.	E_Grid	Energy injected into grid
	GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

3.2 PRODUCIBILITÀ

Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con 43.036 moduli con potenza nominale di 665 Wp, per un totale di 28.618,94 kWp.

La potenza di picco (P_{tot}) dell'impianto fotovoltaico in corrente continua definita come la somma delle potenze dei singoli moduli che li compongono misurate in condizioni standard, (radiazione 1 kW/m², 25°C) risulta pari a:

$$P_{tot} = P_{mod} \times N_{mod} = 665 \times 43.036 = 28.618,94 \text{ kWp.}$$

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

La Potenza fornita in rete elettrica (P_{CA}) tiene conto delle perdite del sistema dovute al discostarsi dalle condizioni standard ed alle perdite per la trasformazione della corrente continua in corrente alternata; si riportano di seguito le perdite ipotizzate:

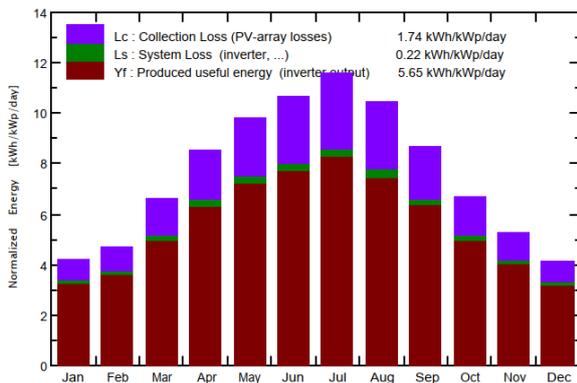
- Perdite per scostamento dalle condizioni di targa (temperatura)
- Perdite per riflessione
- Perdite per mismatching tra stringhe(moduli)
- Perdite in corrente continua
- Perdite sul sistema di conversione cc/ca
- Perdite nel trasformatore
- Perdite per polluzione sui moduli
- Perdite nei cavi, quadri, ecc.

A tal proposito si è redatta simulazione dell'impianto in progetto, restituendo i seguenti dati:

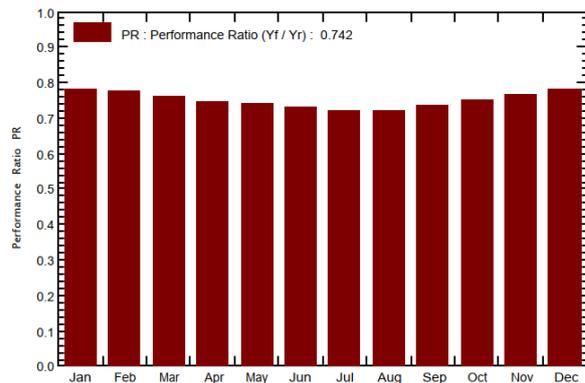
Main simulation results

System Production **Produced Energy 59023 MWh/year** Specific prod. 2062 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 74.23 %

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 28619 kWp



Performance Ratio PR



L'energia producibile, in corrente continua, dal generatore fotovoltaico, a seguito della simulazione dell'impianto fotovoltaico in progetto, risulta pari a 59.023 MWh/y, con un'efficienza di impianto pari allo 74,23 %.

L'intero impianto godrà di una garanzia non inferiore a due anni a far data dal collaudo dell'impianto stesso, mentre i moduli fotovoltaici godranno di una garanzia pari a 25 anni.

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

3.3 RISPETTO DEL REQUISITO B.2 – LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI

Si riporta di seguito l'analisi e la verifica del requisito **B.2 – Producibilità elettrica minima** di cui alle "Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici".

3.3.1 Definizioni

Produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FVagri): produzione netta che l'impianto agrivoltaico può produrre, espressa in GWh/ha/anno;

Producibilità elettrica specifica di riferimento (FVstandard): stima dell'energia che può produrre un impianto fotovoltaico di riferimento (caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi), espressa in GWh/ha/anno, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico.

3.3.2 Calcolo della producibilità elettrica FV_{standard}

Si ipotizza di determinare la potenza di un impianto fotovoltaico di riferimento avente caratteristiche come da specifiche delle Linee Guida suddette, utilizzando un rapporto di installazione MW/ha posto pari a 1,50.

Pertanto, utilizzando la superficie totale di impianto pari a 72,85 ettari, si determina una potenza di impianto installabile pari a 48,56 MW.

Di seguito si riporta uno stralcio dell'analisi di producibilità dell'impianto FV standard così determinato.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	22_09_PV_CAN_210922		
Geographical Site	Erchie	Country	Italy
Situation	Latitude 40.41° N	Longitude	17.75° E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+1	Altitude	62 m
	Albedo 0.20		
Meteo data:	Erchie	Meteonorm 7.2, Sat=100% - Synthetic	
<hr/>			
Simulation variant :	Fotovoltaico standard - fisso a Sud		
	Simulation date	21/12/22 17h57	
	Simulation for the	20th year of operation	

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

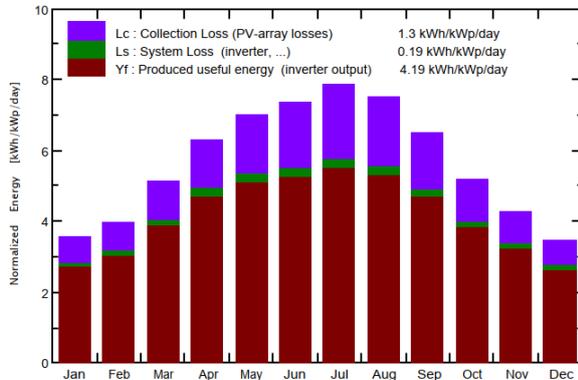
Main simulation results

System Production

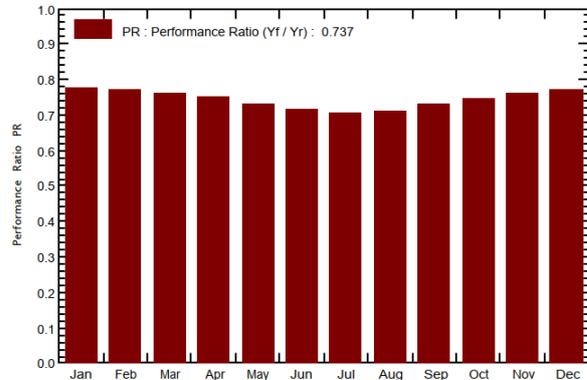
Produced Energy 74192 MWh/year
Performance Ratio PR 73.70 %

Specific prod. 1528 kWh/kWp/year

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 48561 kWp



Performance Ratio PR



La producibilità elettrica specifica di riferimento risulta pari: **1,02 GWh/ha/y** (74,192 GWh/y / 72,85 ha).

3.3.3 Verifica del Requisito B.2 – Procedibilità elettrica minima

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{agri} in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ($FV_{standard}$ in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima.

Pertanto, effettuando il rapporto tra la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico in progetto (59,02 GWh/y / 72,85 ha) e quella specifica di riferimento, si ha:

$$\frac{FV_{agri}}{FV_{standard}} \geq 0.60$$

$$\frac{0.81}{1.02} = 0.79 \geq 0.60 \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

3.4 BENEFICI AMBIENTALI

3.4.1 Emissioni evitate

Sulla base della producibilità annua determinata nel paragrafo precedente, si stimano le seguenti quantità di emissione evitate suddivise per tipologia di inquinante (Anidride carbonica CO₂, Anidride Solforosa SiO₂ e ossidi di azoto NO_x).

Tabella 8 | Mancate emissioni di inquinanti

Mancate emissioni di inquinanti			
Produzione (MWh/anno)	Inquinante	Fattore di emissione specifico (g/kWh)	Mancate emissioni (t/anno)
59.023	CO ₂	464,80	27.444
	SO ₂	1,40	83
	NO _x	1,90	112

3.4.2 Risparmio di combustibile

Tra gli obiettivi strategici nazionali e dell'Unione Europea rientra, senz'altro, la sicurezza dell'approvvigionamento energetico. Tale obiettivo si realizza attraverso la riduzione dell'importazione di petrolio e la diversificazione delle risorse energetiche. Sotto questo aspetto, l'Italia è un paese particolarmente vulnerabile, in quanto le importazioni di energia ammontano a circa l'80% del fabbisogno energetico totale.

È da constatare che l'attuazione delle previsioni del Libro Bianco per le Rinnovabili comporterà un contributo relativamente modesto rispetto alle problematiche inerenti la sicurezza energetica e alla riduzione delle emissioni inquinanti. Tuttavia, se si inquadrano tali contributi nel più ampio sforzo nazionale di incrementare il ricorso alle fonti endogene, in particolare, nel caso delle rinnovabili, idroelettrico, eolico, solare, geotermia, biomasse, rifiuti, si vede che il risultato conseguibile può essere significativo.

Considerando per il sistema nazionale un consumo di petrolio pari a 187 TEP/GWh, si riporta di seguito la quantità di Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP) su base annuale.

Tabella 9 | Mancato consumo di petrolio (TEP/anno)

Produzione (MWh/anno)	Fattore di consumo di petrolio specifico (TEP/GWh)	Mancato consumo di petrolio (TEP/anno)
59.023	187	11037

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico Masseria Argentoni" della potenza di 28.618,94 kWp con storage della potenza di 25.410 kW da realizzarsi nel Comune di Erchie (BR).

4 ALLEGATI

Sono parte integrante della presente relazione:

- Report di producibilità dell'impianto in progetto, prodotto a mezzo software specialistico PVSyst 6.8.



Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : **22_09_PV_CAN_210922**

Geographical Site	Erchie	Country	Italy	
Situation	Latitude	40.41° N	Longitude	17.75° E
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude	62 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	Erchie	Meteonorm 7.2, Sat=100% - Synthetic		

Simulation variant : **Agrivoltaico**

Simulation date 21/12/22 13h13
Simulation for the 20th year of operation

Simulation parameters	System type	No 3D scene defined, no shadings		
Tracking plane, tilted Axis	Axis Tilt	30°	Axis Azimuth	0°
Rotation Limitations	Minimum Phi	-60°	Maximum Phi	60°
	Tracking algorithm	Astronomic calculation		
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	No Shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (5 kinds of array defined)

PV module	Si-mono	Model	CS7N-665MB-AG		
Custom parameters definition	Manufacturer	Canadian Solar Inc.			
Sub-array "Sub-array #1"					
Number of PV modules	In series	28 modules	In parallel	462 strings	
Total number of PV modules	Nb. modules	12936	Unit Nom. Power	665 Wp	
Array global power	Nominal (STC)	8602 kWp	At operating cond.	7765 kWp (50°C)	
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	969 V	I mpp	8013 A	
Sub-array "Sub-array #2"					
Number of PV modules	In series	28 modules	In parallel	232 strings	
Total number of PV modules	Nb. modules	6496	Unit Nom. Power	665 Wp	
Array global power	Nominal (STC)	4320 kWp	At operating cond.	3899 kWp (50°C)	
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	969 V	I mpp	4024 A	
Sub-array "Sub-array #3"					
Number of PV modules	In series	28 modules	In parallel	154 strings	
Total number of PV modules	Nb. modules	4312	Unit Nom. Power	665 Wp	
Array global power	Nominal (STC)	2867 kWp	At operating cond.	2588 kWp (50°C)	
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	969 V	I mpp	2671 A	
Sub-array "Sub-array #4"					
Number of PV modules	In series	28 modules	In parallel	476 strings	
Total number of PV modules	Nb. modules	13328	Unit Nom. Power	665 Wp	
Array global power	Nominal (STC)	8863 kWp	At operating cond.	8001 kWp (50°C)	
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	969 V	I mpp	8256 A	
Sub-array "Sub-array #5"					
Number of PV modules	In series	28 modules	In parallel	213 strings	
Total number of PV modules	Nb. modules	5964	Unit Nom. Power	665 Wp	
Array global power	Nominal (STC)	3966 kWp	At operating cond.	3580 kWp (50°C)	
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	969 V	I mpp	3694 A	
Total	Arrays global power	Nominal (STC)	28619 kWp	Total	43036 modules
		Module area	133685 m²		

Grid-Connected System: Simulation parameters

Inverter

Custom parameters definition	Model	SUN2000-215KTL-H3		
Characteristics	Manufacturer	Huawei Technologies		
	Operating Voltage	500-1500 V	Unit Nom. Power	200 kWac
Sub-array "Sub-array #1"	Nb. of inverters	33 units	Total Power	6600 kWac
			Pnom ratio	1.30
Sub-array "Sub-array #2"	Nb. of inverters	17 units	Total Power	3400 kWac
			Pnom ratio	1.27
Sub-array "Sub-array #3"	Nb. of inverters	11 units	Total Power	2200 kWac
			Pnom ratio	1.30
Sub-array "Sub-array #4"	Nb. of inverters	34 units	Total Power	6800 kWac
			Pnom ratio	1.30
Sub-array "Sub-array #5"	Nb. of inverters	16 units	Total Power	3200 kWac
			Pnom ratio	1.24
Total	Nb. of inverters	111	Total Power	22200 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses		Loss Fraction	2.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const) 29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	1.1 mOhm	Loss Fraction 0.8 % at STC
	Array#2	4.0 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
	Array#3	6.0 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
	Array#4	1.9 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
	Array#5	4.3 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction 1.2 % at STC
LID - Light Induced Degradation		Loss Fraction	1.3 %
Module Quality Loss		Loss Fraction	-0.5 %
Module Mismatch Losses		Loss Fraction	0.8 % at MPP
Strings Mismatch loss		Loss Fraction	0.10 %
Module average degradation	Year no 20	Loss factor	0.4 %/year
Mismatch due to degradation	Imp RMS dispersion 0.4 %/year	Vmp RMS dispersion	0.4 %/year
Incidence effect (IAM): User defined profile			

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	0.998	0.995	0.995	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000

System loss factors

AC wire loss inverter to transfo	Inverter voltage	800 Vac tri		
	Wires: 3x15000.0 mm²	310 m	Loss Fraction	1.7 % at STC
External transformer	Iron loss (Night disconnect)	28348 W	Loss Fraction	0.1 % at STC
	Resistive/Inductive losses	0.226 mOhm	Loss Fraction	1.0 % at STC
Auxiliaries loss	constant (fans)	126.0 kW	... from Power thresh.	0.0 kW

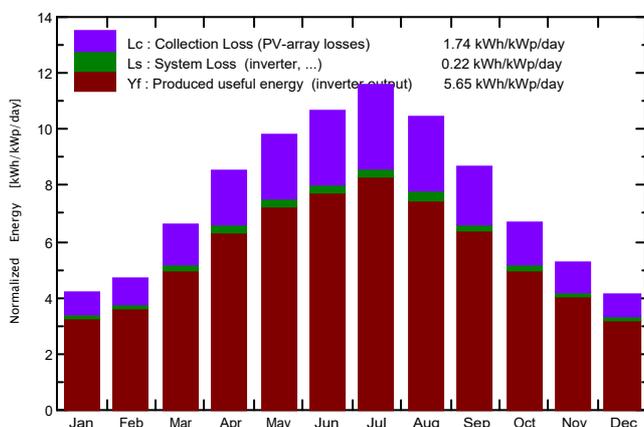
Grid-Connected System: Main results

Project : 22_09_PV_CAN_210922
Simulation variant : Agrivoltaico
Simulation for the 20th year of operation

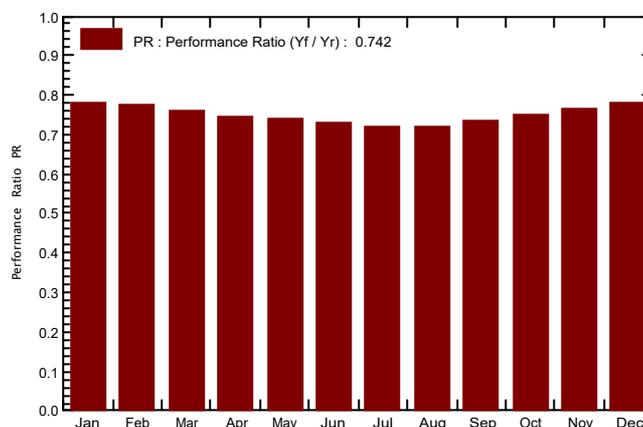
Main system parameters		System type	No 3D scene defined, no shadings		
PV Field Orientation	tracking, tilted axis, Axis Tilt	30°	Axis Azimuth	0°	
PV modules		Model	CS7N-665MB-AG	Pnom	665 Wp
PV Array		Nb. of modules	43036	Pnom total	28619 kWp
Inverter		Model	SUN2000-215KTL-H3	Pnom	200 kW ac
Inverter pack		Nb. of units	111.0	Pnom total	22200 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)				

Main simulation results
System Production **Produced Energy** **59023 MWh/year** Specific prod. 2062 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 74.23 %

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 28619 kWp



Performance Ratio PR



Agrivoltaico Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	66.2	24.35	9.81	129.7	125.8	3014	2896	0.780
February	79.4	39.51	10.20	132.1	127.8	3056	2936	0.777
March	127.9	49.74	13.12	203.9	197.9	4627	4445	0.762
April	172.0	55.84	15.80	254.9	247.7	5652	5432	0.745
May	218.0	72.52	21.55	304.6	295.6	6712	6461	0.741
June	232.6	60.14	25.65	319.8	310.6	6919	6661	0.728
July	250.9	50.68	28.74	357.4	347.7	7624	7341	0.718
August	217.2	51.57	28.32	322.9	314.1	6903	6644	0.719
September	159.8	43.85	22.77	260.7	253.7	5683	5468	0.733
October	115.3	37.11	19.24	206.1	200.3	4591	4416	0.749
November	77.2	25.40	14.51	157.6	152.9	3595	3460	0.767
December	59.5	20.84	11.11	128.5	124.6	2977	2862	0.778
Year	1776.0	531.54	18.45	2778.4	2698.7	61354	59023	0.742

Legends:

GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
T_Amb	T amb.	E_Grid	Energy injected into grid
GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

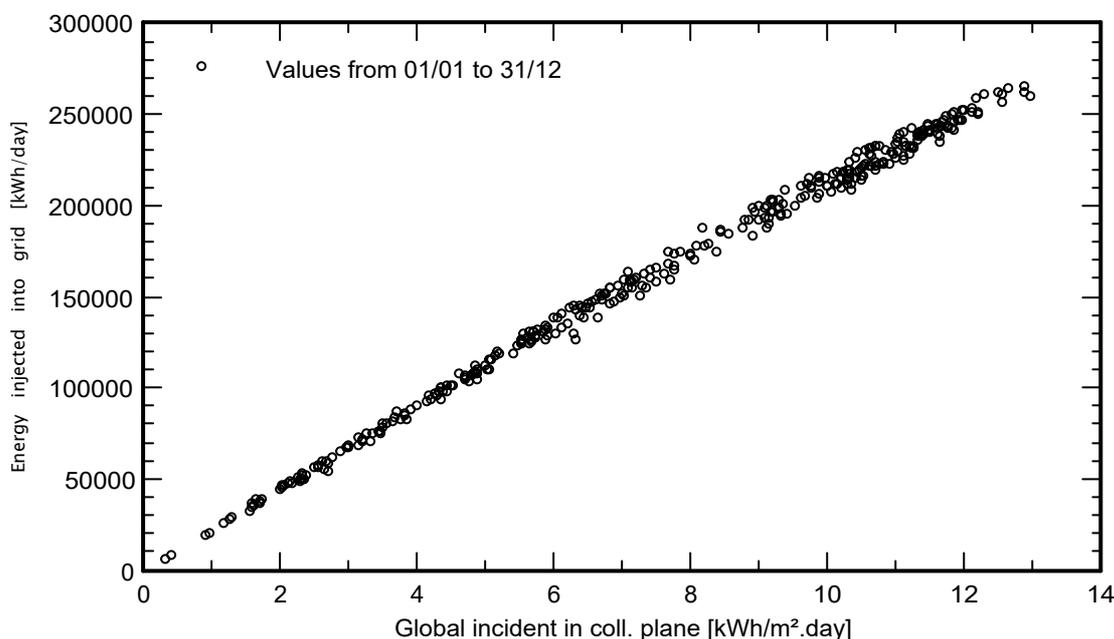
Grid-Connected System: Special graphs

Project : 22_09_PV_CAN_210922
Simulation variant : Agrivoltaico
 Simulation for the 20th year of operation

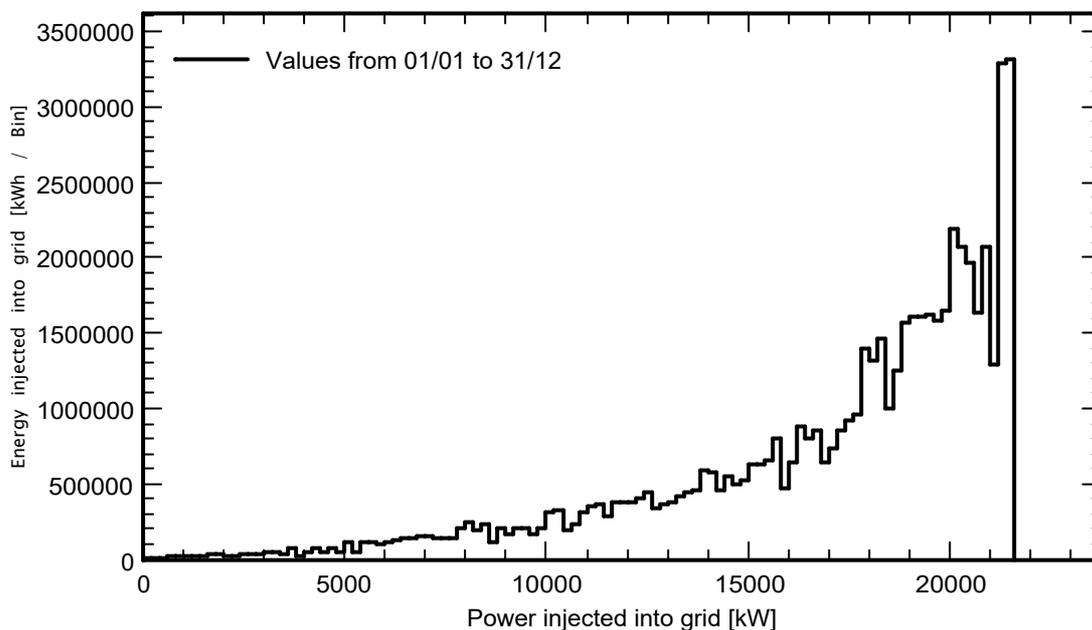
Main system parameters

	System type	No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation	tracking, tilted axis, Axis Tilt	30°	Axis Azimuth 0°
PV modules	Model	CS7N-665MB-AG	Pnom 665 Wp
PV Array	Nb. of modules	43036	Pnom total 28619 kWp
Inverter	Model	SUN2000-215KTL-H3	Pnom 200 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	111.0	Pnom total 22200 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



Grid-Connected System: Loss diagram

Project : 22_09_PV_CAN_210922
Simulation variant : Agrivoltaico
Simulation for the 20th year of operation

Main system parameters

	System type	No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation	tracking, tilted axis, Axis Tilt	30°	Axis Azimuth 0°
PV modules	Model	CS7N-665MB-AG	Pnom 665 Wp
PV Array	Nb. of modules	43036	Pnom total 28619 kWp
Inverter	Model	SUN2000-215KTL-H3	Pnom 200 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	111.0	Pnom total 22200 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Loss diagram over the whole year

