



## COMPATIBILITÀ DEL PROGETTO CON DM 436/2023

IMPIANTO DI PRODUZIONE DA FONTE SOLARE "TERRE DEL RENO" DA  
INSTALLARE NEL COMUNE DI TERRE DEL RENO (FE)

00	31/07/2025	Prima emissione	MZ	RM	RC
<b>REV</b>	<b>DATA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>BY</b>	<b>CHK</b>	<b>APP</b>

"Il presente documento è di proprietà di Grid Shape s.r.l. - via Quattro Novembre, 2 - 35123 Padova (Italia). Tutti i diritti su questo documento, sulle immagini, sui disegni e sui testi sono riservati. È severamente vietato cedere, copiare, utilizzare e/o divulgare il presente documento e/o il suo contenuto a terzi. I trasgressori verranno perseguiti"

## Sommario

1	PREMESSA .....	3
2	CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI SISTEMI AGRIVOLTAICI .....	3
2.1	Caratteristiche generali .....	3
2.2	Principali definizioni per la determinazione degli indici caratteristici di progetto .....	4
3	PREVISIONI DEL DM 436/2023 E DELLE LINEE GUIDA MASE (ex MITE) 2022.....	5
4	SEZ. B. REQUISITI PROGETTUALI DEI SISTEMI AGRIVOLTAICI .....	6
4.1	Metodologia applicata per la verifica del soddisfacimento dei requisiti .....	6
4.2	2.B.1. – Superficie minima destinata all’attività agricola .....	6
4.3	2.B.2. – Altezza dei moduli .....	8
4.4	2.B.3. – Producibilità elettrica minima.....	9
4.5	Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR) .....	12
4.5.1	Introduzione al parametro del LAOR.....	12
5	CONCLUSIONI .....	13

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica ha l'obiettivo di verificare la compatibilità del progetto di impianto agrivoltaico avanzato con quanto previsto dal DM 436/2023, con particolare riferimento al rispetto dei requisiti in termine di occupazione del suolo e alla producibilità attesa dell'impianto.

Il seguente progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato per la produzione di energia da fonte solare, di potenza di picco pari a 76.375,04 kWp, con tracker ad inseguimento mono-assiale (est-ovest) nel Comune di Terre del Reno (FE) e delle opere connesse, nonché delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

L'impianto in questione sarà del tipo a pannelli fotovoltaici su strutture ad inseguimento infisse nel terreno; esso sarà essenzialmente composto dai seguenti elementi:

- Strutture di sostegno ad inseguimento mono assiale "tracker";
- Pannelli fotovoltaici;
- Quadri Elettrici BT;
- Inverter di stringa per la conversione CC/CA;
- Cabine di trasformazione BT/36 kV;
- Cabine di raccolta 36 kV;
- Fanno parte dell'impianto elementi ausiliari e complementari:
- Impianti ausiliari;
- Sistema di sicurezza e sorveglianza;
- Viabilità di accesso e strade di servizio;
- Recinzione perimetrale;

Il posizionamento delle apparecchiature e delle strutture dell'impianto, nonché il tracciamento delle opere edili, è stato eseguito partendo dalla superficie complessivamente disponibile all'interno dell'area rurale di valorizzazione fruitiva delle risorse ambientali.

## 2 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI SISTEMI AGRIVOLTAICI

### 2.1 Caratteristiche generali

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agronomico al fine di stabilire una forte sinergia tra i due sistemi, ottenendone una reciproca massimizzazione, nonostante nell'immaginario collettivo possano sembrare in contrapposizione.

È dunque importante fissare dei parametri e definire requisiti volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione energetica sia quella agronomica.

Un impianto agrivoltaico, confrontato con un usuale impianto agrivoltaico a terra, presenta dunque una maggiore variabilità nella distribuzione in pianta dei moduli, nell'altezza dei moduli da terra, e nei sistemi di supporto dei moduli, oltre che nelle tecnologie fotovoltaiche impiegate, al fine di ottimizzare la sinergia con l'attività agricola realizzata all'interno del sistema agrivoltaico.

## 2.2 Principali definizioni per la determinazione degli indici caratteristici di progetto

Come riportato nelle linee guida MASE del 2022 e dalle ultime indicazioni normative sull'Agrivoltaico, come ad esempio il DM 436/2023, si indicano le principali definizioni degli indici caratteristici del progetto per la determinazione dei requisiti progettuali dei sistemi Agrivoltaici secondo quanto indicato nella SEZ. B del DM citato.

La Superficie Totale del sistema agrivoltaico, di seguito **St**, è l'area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico. Essa è quindi rappresentata dalla porzione di superficie destinata alla produzione agricola nella disponibilità del soggetto richiedente, prescelta per la realizzazione del sistema agrivoltaico. La superficie totale del sistema agrivoltaico viene determinata prendendo in considerazione l'intera superficie destinata alla realizzazione del sistema agrivoltaico a cui vengono sottratti i valori delle superfici che non interessano direttamente l'attività agricola, quali ad esempio, porzioni di superficie occupate da fabbricati (ad eccezione degli edifici destinati alla coltivazione dei funghi), cortili, fossi, canali, stagni, cave, terre sterili, rocce, parchi e giardini ornamentali, aree occupate per allevamenti ittici. Eventuali strade interne alla **St** rientrano nel computo della **St** esclusivamente nel caso in cui siano realizzate in modo tale da non impermeabilizzare il suolo. In caso di ricorso a tecniche costruttive che impermeabilizzino il suolo, le superfici delle strade sono da escludere dal computo della **St**. Della **St** fanno parte le opere di mitigazione perimetrali all'iniziativa che, ancorché realizzate all'esterno della recinzione che delimita il perimetro della **St**, siano ricomprese nel piano agronomico dell'azienda.

La **Superficie Agricola Totale (SAT)** è rappresentata dalla superficie che continua a essere utilizzata per le attività agricole, di coltivazione e/o di allevamento. In particolare, la **SAT** è costituita dalla superficie **St** alla quale sono sottratte le superfici non più coltivabili dopo la realizzazione delle iniziative in quanto occupate da componenti costituenti l'impianto quali, a titolo esemplificativo, quelle occupate dalle strutture di sostegno dei moduli, dalle eventuali cabine elettriche, dalle cabine inverter.

La **SPV** rappresenta la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico, somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice).

Con **FVAgri** si intende il valore di produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico ovvero la produzione netta che l'impianto agrivoltaico può produrre; mentre con **FVStandard** si intende il valore di producibilità elettrica specifica di riferimento o per meglio dire la stima dell'energia che può produrre un impianto fotovoltaico di riferimento (caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Est/Ovest e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi). Entrambi i valori sono espressi in kWh/anno, considerando l'impianto standard nella medesima posizione geografica di quello agrivoltaico in esame.

### 3 PREVISIONI DEL DM 436/2023 E DELLE LINEE GUIDA MASE (ex MITE) 2022

Le Linee Guida del 2022 suddividono in categorie i possibili impianti Agrivoltaici distinguendo tra: agrivoltaico (semplice) e agrivoltaico avanzato richiedendo il rispetto di 5 requisiti indicati dalle lettere da A) ad E) che si riportano per comodità qui di seguito.

- **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.
- **REQUISITO D)** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.
- **REQUISITO E)** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D), consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si può considerare dunque che:

Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto agrivoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre essere previsto il rispetto del requisito D.2.

Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del DL 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.

Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono precondizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.

Con il D.M. 436/2023 è stata attuata una semplificazione condensando nel concetto di Impianto Agrivoltaico quello di agrivoltaico avanzato delle precedenti Linee Guida.

## 4 SEZ. B. REQUISITI PROGETTUALI DEI SISTEMI AGRIVOLTAICI

### 4.1 Metodologia applicata per la verifica del soddisfacimento dei requisiti

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri riportati secondo le nomenclature indicate nell'Allegato 1 - DM 436/2023.

Nel seguito si farà riferimento alla SEZ. B. Requisiti progettuali dei sistemi agrivoltaici riportata nel D.M. 436/2023 per la determinazione dei parametri utili alla verifica della rispondenza richiesta.

### 4.2 2.B.1. – Superficie minima destinata all'attività agricola

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale, intesa in termini di superficie, che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021).

Il DM stabilisce per un sistema agrivoltaico avanzato che la superficie per l'attività agricola debba essere nella misura minima del 70% secondo la formula seguente.

$$SAT \geq 0.70 St$$

Considerando la superficie agricola totale (SAT) ricavata secondo la seguente relazione:

$$SAT = St - Scab - Sviab - Snc - Sm$$

Dove in particolare:

- Scab rappresenta la superficie occupata dalle cabine di raccolta e di trasformazione;
- Sviab rappresenta la superficie delle strade interne all'impianto;
- Snc rappresenta la superficie non coltivabile posta al di sotto dei moduli fotovoltaici. Per impianti agrivoltaici in cui l'altezza dei pannelli dal suolo supera i 2,1 metri, tale superficie può essere considerata trascurabile, in quanto compatibile con le normali attività agricole. Tuttavia, adottando un criterio prudenziale, si è scelto di considerare comunque una porzione di terreno non coltivabile al di sotto di ciascun modulo, definita come un rettangolo avente come larghezza, il lato corto del modulo, in funzione della disposizione adottata e come lunghezza, un valore convenzionale pari a 1 metro.
- Sm rappresenta la superficie delle mitigazioni nella loro porzione che rientra nel piano di coltivazione.

Nella Tabella 1 sono riportate le superfici dei sottocampi oggetto dei calcoli. Ciascun sottocampo è inoltre evidenziato nella Figura 1 allegata, per facilitarne l'identificazione visiva.

	SOTTOCAMPO 1	SOTTOCAMPO 2	SOTTOCAMPO 3.1/3.2	SOTTOCAMPO 3.3	SOTTOCAMPO 4
Superficie Catastale [m2]	132,436.48	205,319.18	214,896.39	282,455.04	297,798.43
Superficie entro recinzione [m2]	112,752.12	176,273.92	176,353.83	245,646.27	256,454.31
Superficie mitigazione [m2]	9,916.24	11,608.98	10,468.82	11,643.15	14,952.32
Superficie strade interne sterrate [m2]	12,787.60	14,610.63	14,566.73	19,826.35	26,959.90
Superficie impermeabilizzata [m2]	37,588.76	60,747.42	60,444.88	80,351.29	83,679.17
Superfici cabine [m2]	74.50	89.27	89.27	104.04	104.04
Superficie non coltivabile sotto ai pannelli			135,327.02		

Tabella 1 - Superfici utilizzate per i computi della superficie totale e della superficie agricola totale.

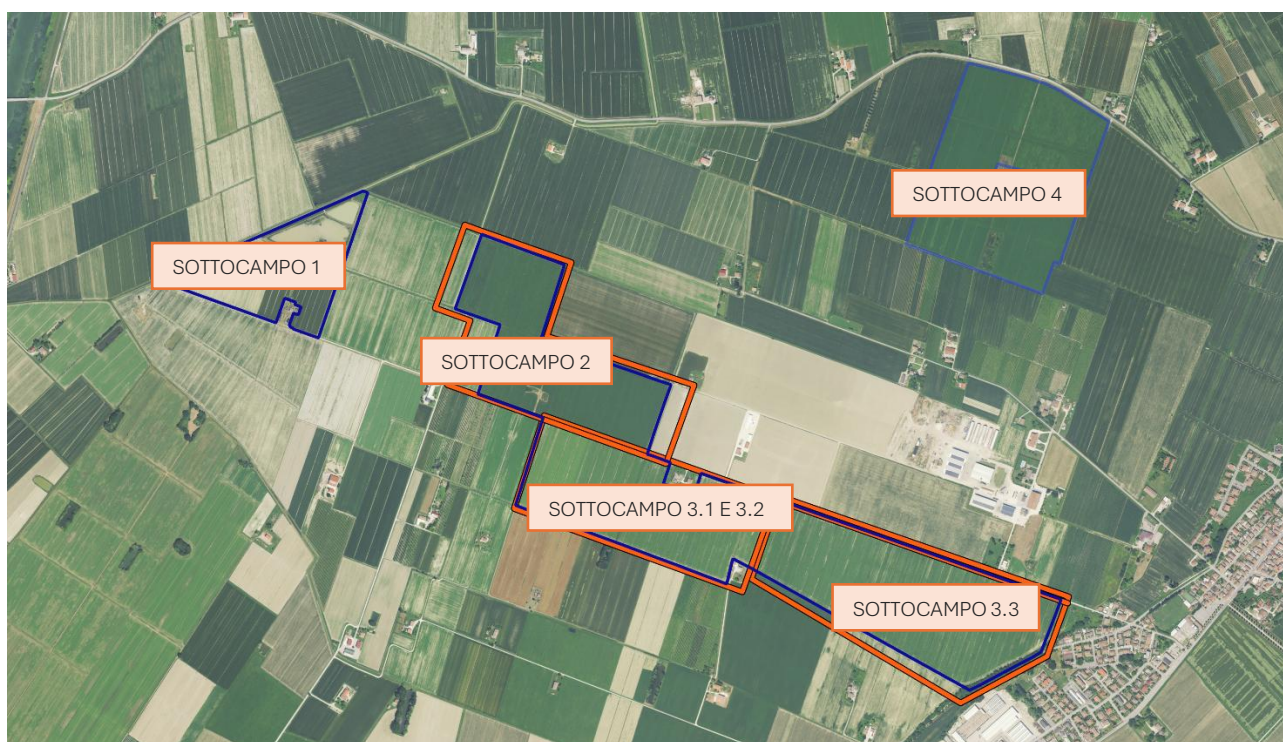


Figura 1 - Numerazione dei sottocampi dell'impianto agrivoltaico di Terre del Reno.

Successivamente, è stata determinata la disuguaglianza relativa al requisito di soddisfacimento del rapporto tra le superfici, come previsto dalla normativa.

	[m2]	[ha]
Superficie Totale sistema agrivoltaico (St)	1,026,069.96	102.61
Superficie cabine (Scab)	461.11	0.05
Superficie viabilità interna (Sviab)	88,751.21	8.88
Superficie non coltivabile sotto ai pannelli (Snc)	12,542.04	1.25
Superficie mitigazione (Sm)	58,589.51	5.86
Superficie Agricola Totale (SAT)	865,726.09	86.57
Limite disuguaglianza	718,248.97	71.82
Verifica	Verificato	0.843730079

Tabella 2 - Verifica del rapporto delle superfici.

Il calcolo del rapporto tra la superficie agricola e quella totale indicato al punto 2.B.1 dell'Allegato 1 del DM è riportato nella tabella seguente ed è pari a **0.84** e rispetta ampiamente il parametro minimo richiesto al punto della Norma stessa.

### 4.3 2.B.2. – Altezza dei moduli

La configurazione spaziale del sistema agrivoltaico, e segnatamente l'altezza minima dei 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). In sintesi, l'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto agrivoltaico.

Nell'allegato 1 al DM 436/2023 vengono indicate le seguenti possibili soluzioni progettuali affinché un impianto possa rientrare nel novero degli impianti agrivoltaici rispetto all'altezza imposta alle strutture in funzione della continuazione dell'attività agricola/zootecnica anche al di sotto dei pannelli fotovoltaici.

Pertanto, l'altezza minima dei moduli costituenti l'impianto rispetto al suolo deve rispettare, in ogni caso, i valori minimi indicati di seguito:

- 1.3 metri nel caso di svolgimento di attività zootecnica nell'ambito del Sistema agrivoltaico (tale valore di Altezza minima è determinato per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 1.3 metri nel caso di impianti agrivoltaici che prevedono l'installazione di moduli fotovoltaici in posizione verticale fissa;
- 2.1 metri nel caso di svolgimento di attività colturale nell'ambito del Sistema agrivoltaico (tale valore di altezza minima è determinato per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione);
- 2.1 metri nel caso di svolgimento di attività mista, colturale e zootecnica, nell'ambito del medesimo sistema agrivoltaico.

L'altezza minima dei moduli fotovoltaici rispetto al piano di campagna è misurata dal bordo inferiore dei moduli posizionati sulle strutture di sostegno. In caso di moduli fotovoltaici installati su qualsiasi fattispecie di struttura di sostegno a inseguimento, l'altezza minima dei moduli rispetto al piano di campagna è misurata dal bordo inferiore del modulo agrivoltaico collocato alla massima inclinazione tecnicamente raggiungibile.

Nel caso in esame, il punto più basso dei moduli fotovoltaici, determinato dall'inclinazione di 60°, risulta posizionato ad un'altezza dal suolo leggermente superiore a 2,1 metri.

#### 4.4 2.B.3. – Producibilità elettrica minima

Al punto 2.B.3 la norma introduce il parametro della producibilità minima di impianti agrivoltaici, e sulla base alle caratteristiche degli impianti Agrivoltaici analizzati, indica che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FVAgri in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno), non dovrebbe debba essere inferiore al 60% di quest'ultima secondo la formula seguente:

$$FVAgri \geq 0.6 FVstandard$$

Come richiesto nelle regole operative con l'obiettivo di rendere verificabili le informazioni fornite, sia il dimensionamento dell'impianto agrivoltaico sia il dimensionamento dell'impianto agrivoltaico di riferimento devono essere effettuati tramite lo strumento denominato **PVGIS** del *Joint Research Centre – JRC della Commissione Europea*, disponibile al link [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/#api\\_5.2](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#api_5.2).

Nelle prossime pagine sono mostrati i risultati del calcolo. In particolare per l'impianto agrivoltaico è stato considerata una potenza installata di 744.34 kWp riferita ad un ettaro di terreno.

Per il calcolo della producibilità dell'impianto di riferimento è stata considerata la superficie di un ettaro, adottando un LAOR del 49%. I moduli utilizzati per l'impianto di Terre del Reno hanno una potenza di 640 W ed una superficie di circa 2.7 m<sup>2</sup>. Di conseguenza, il numero di moduli che è possibile installare è pari a 1814, pertanto, la potenza dell'impianto fotovoltaico di riferimento da considerare sarà di 1160.96 kW.

Potenza impianto agrivoltaico [kWp]	76,375.00
Potenza impianto agrivoltaico [kWp/ha]	744.34
Potenza impianto fotovoltaico di riferimento [kWp/ha]	1,160.96
Numero pannelli impianto fotovoltaico di riferimento	1,814.00

Tabella 3 - Calcolo delle potenze da inserire in PVGIS.

I valori di producibilità dei due impianti sono forniti nelle due pagine seguenti derivate dal calcolo in PVGIS, rispettivamente per l'impianto agrivoltaico e l'impianto fotovoltaico di riferimento.

# Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

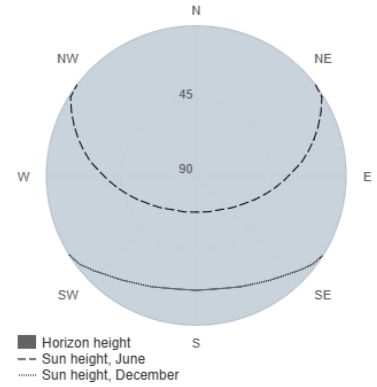
## Provided inputs:

Latitude/Longitude: 44.829,11.431  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH2  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 744.34 kWp  
 System loss: 14 %

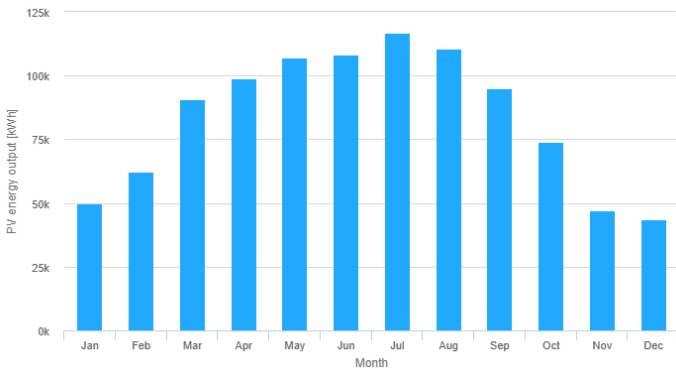
## Simulation outputs

Slope angle: 37 (opt) °  
 Azimuth angle: 3 (opt) °  
 Yearly PV energy production: 1004274.65 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 1746.92 kWh/m<sup>2</sup>  
 Year-to-year variability: 46613.46 kWh  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -2.7 %  
 Spectral effects: 1.15 %  
 Temperature and low irradiance: -8.75 %  
 Total loss: -22.77 %

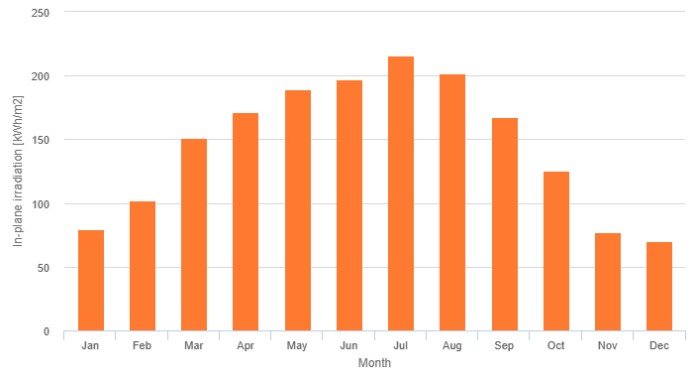
## Outline of horizon at chosen location:



## Monthly energy output from fix-angle PV system:



## Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



## Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	49910.379.3	13589.9	
February	62478.7101.8	13065.1	
March	90588.3151.4	13237.6	
April	99086.2171.1	11814.7	
May	107050.889.4	9216.7	
June	108149.596.8	6577.1	
July	116964.215.4	5635.1	
August	110421.201.8	6638.5	
September	95080.4167.6	6726.0	
October	74020.6125.1	9286.1	
November	46995.077.3	9747.1	
December	43528.469.8	9561.9	

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m<sup>2</sup>].

SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

# Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

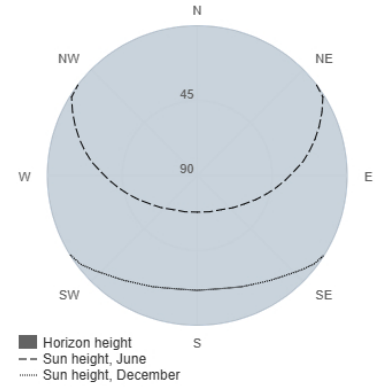
## Provided inputs:

Latitude/Longitude: 44.829,11.431  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH2  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 1161 kWp  
 System loss: 14 %

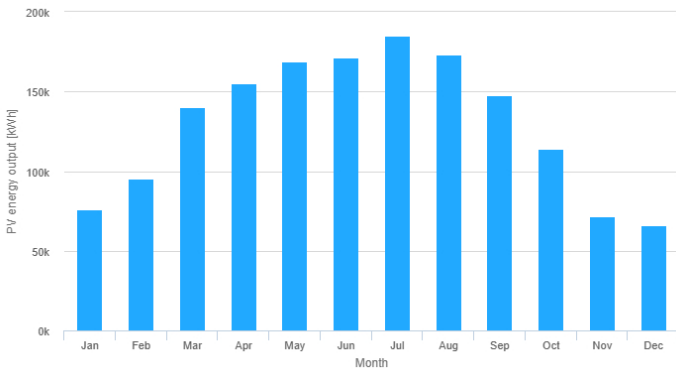
## Simulation outputs

Slope angle: 34 °  
 Azimuth angle: 0 °  
 Yearly PV energy production: 1563913 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 1745 kWh/m<sup>2</sup>  
 Year-to-year variability: 71289.07 kWh  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -2.73 %  
 Spectral effects: 1.13 %  
 Temperature and low irradiance: -8.75 %  
 Total loss: -22.81 %

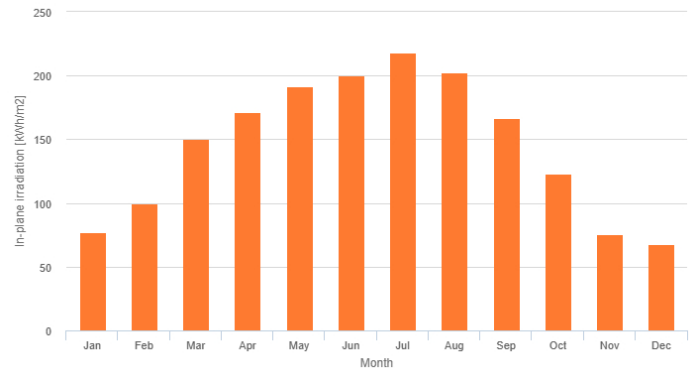
## Outline of horizon at chosen location:



## Monthly energy output from fix-angle PV system:



## Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



## Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	75795.477.3	20392.0	
February	95569.299.8	19766.2	
March	140145.650.1	20264.3	
April	154940.971.5	18401.8	
May	168971.791.7	14553.1	
June	171461.000.1	10443.0	
July	184892.218.3	8929.7	
August	173287.002.9	10391.4	
September	147718.366.8	10322.6	
October	113719.823.2	14214.6	
November	71557.275.5	14703.7	
December	65853.967.8	14274.0	

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m<sup>2</sup>].

SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

I valori di producibilità dell'impianto agrivoltaico forniti da PVGIS sono stati incrementati del 15% per tenere conto della bifaccialità e del 10% per tenere conto del tracking monoassiale.

Incremento bifaccialità	15.00%	
Incremento tracking	10.00%	
Producibilità impianto agrivoltaico Terre del Reno (PVGIS) [kWh/ha]	1,004,274.65	
Producibilità impianto agrivoltaico Terre del Reno [kWh/ha]	1,255,343.31	
Producibilità impianto fotovoltaico di riferimento Terre del Reno (PVGIS) [kWh/ha]	1,563,913.00	
Limite disuguaglianza [kWh/ha]	938,347.80	
<b>Verifica</b>	<b>Verificato</b>	<b>0.802693828</b>

Tabella 4 - Calcolo del rapporto delle producibilità.

Anche in questo caso, come si evince dalla tabella, viene verificata la disuguaglianza sopra citata.

Infatti il rapporto tra la producibilità dell'impianto agrivoltaico e la producibilità dell'impianto fotovoltaico di riferimento è pari a 0.8, superiore quindi a 0.6.

## 4.5 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

### 4.5.1 Introduzione al parametro del LAOR

Seppur non venga richiesto esplicitamente come parametro di confronto nelle nuove direttive per gli impianti agrivoltaici nel D.M. 436/2023 si vuole, l'ottemperanza alle Linee guida CREA-GSE, verificare anche il rapporto tra la superficie pannellata e la superficie totale disponibile. Tale indice è noto come indice LAOR.

Un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali: *la densità di potenza* (MW/ha) oppure *la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli* (LAOR - Land Area Occupation Ratio).

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m<sup>2</sup>/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m<sup>2</sup>). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'adozione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:

$$LAOR = \frac{Spv}{St} \leq 40\%$$

Dove la Spv è la superficie totale dei moduli fotovoltaici mentre St è la superficie totale dell'impianto agrivoltaico.

	[m2]	[ha]
Superficie moduli	322,348.97	32.23
Superficie totale sistema agrivoltaico	1,026,069.96	102.61
LAOR impianto agrivoltaico Terre del Reno	31.42%	
LAOR impianto fotovoltaico di riferimento	49%	

Tabella 5 - Calcolo dei LAOR.

Nel caso in esame il LAOR per l'impianto agrivoltaico è di 31.42%.

## 5 CONCLUSIONI

In conclusione, è stato dimostrato che l'impianto agrivoltaico proposto, pur estendendosi sull'intera superficie disponibile del Proponente, è in grado di garantire un elevato mantenimento della superficie agricola. Il rapporto tra superficie agricola e superficie complessiva risulta infatti pari a 0,84, valore ampiamente superiore al limite minimo di 0,70 previsto dalla normativa.

Inoltre, l'impianto agrivoltaico avanzato rispetta anche i requisiti di producibilità, generando oltre il 60% dell'energia prodotta da un impianto fotovoltaico di riferimento. Nello specifico, il rapporto delle producibilità ottenuto è pari a 0,80.

Alla luce di tali risultati, si può concludere che l'impianto proposto rispetta pienamente i requisiti tecnici e funzionali previsti dal D.M. 436/2023 emanato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.