





Impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare con relative opere connesse denominato “Ardella” da ubicarsi in Comune di Polesine-Zibello (PR)

RELAZIONE AGRIVOLTAICA



25/10/2024	00	Emissione finale	L. Ferrari	L. Ferrari	G. Bizzarri
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale			ID Documento Committente		
			CoD081_FV_BGR_00081_RELAZION E AGRIVOLTAICA		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale			ID Documento Appaltatore		
Futuro Solare 1 S.r.L.					

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 2 / 16
		Numero Revisione
		00

Sommario

1. Introduzione	4
2. Analisi bibliografica di riferimento e descrizione tipologia impianto solare rispetto alle categorie da essa definite	6
3. Verifica dei parametri tecnici A1, A2, B2, C.....	7
a. Parametro A1	8
b. Parametro A2	11
c. Parametro B2.....	13
d. Parametro C.....	16




ID Documento Committente
CoD081_FV_BGR_00081

Pagina
3 / 16

Numero
Revisione

00

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 4 / 16
		Numero Revisione
		00


1. Introduzione

Questa relazione fa parte della documentazione del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico "Ardella" e delle opere connesse ad esso, da ubicarsi in Comune di Polesine-Zibello (PR), nella titolarità di IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.


L'impianto è stato sottoposto al procedimento di Autorizzazione Unica ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003 e s.m.i, nonché alla procedura di Verifica di assoggettabilità a VIA di competenza regionale, come indicato nell'art. 6, comma 6, lettera d) del D. Lgs. 152/2006 s.m.i., in quanto ricadente tra i progetti elencati nell'Allegato IV al medesimo decreto. Ricadono in tale casistica gli "impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza complessiva superiore a 1 MW" (cfr. Allegato IV, punto 2, lett. b, al D.Lgs. 152/2006 s.m.i.), tra i quali rientrano anche gli impianti fotovoltaici; tale classificazione è poi ripresa anche dalla L.R. 20 aprile 2018, n. 4, e s.m.i., dove, al punto 8) dell'Allegato B.2, è riportata la stessa voce "impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza complessiva superiore a 1 MW".

La presente relazione approfondisce la questione dell'agrivoltaico, nella fattispecie mostrando come l'attuale configurazione impiantistica conferma sin d'ora i requisiti del così detto agrivoltaico avanzato, consentendo una efficace ed efficiente valorizzazione del terreno interessato dalla realizzazione della centrale solare, affiancando la produzione agricola alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

L'agrivoltaico è infatti un modello che prevede l'integrazione della produzione elettrica da fonti rinnovabili, la manutenzione e tutela del suolo e della vegetazione o fauna, in base all'utilizzo originario del terreno considerato. Tutti questi elementi concorrono al raggiungimento di soluzioni sostenibili alla crisi energetica e allo stesso tempo ad un miglioramento degli obiettivi produttivo-economici dei terreni, non andando a danneggiare l'equilibrio locale dell'attività agricola o zootecnica, ma al contrario fornendo una ulteriore fonte di reddito rispetto all'attività primaria svolta sul terreno in questione. Inoltre, i pannelli fotovoltaici svolgono anche prestazioni di protezione (da eccessivo soleggiamento, da grandine, etc. ...). Casi concreti dimostrano che l'ombra generata dai moduli fotovoltaici sulla vegetazione non riduca la resa agricola: per alcune specie non

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 5 / 16
		Numero Revisione
		00

vi è alcun impatto, mentre per altre può esservi addirittura un incremento di produzione. Gli studi dimostrano, infatti, come l'ambiente sotto i pannelli sia più fresco d'estate riducendo i tassi di evaporazione nei periodi caldi e provocando meno stress alla flora sottostante; allo stesso modo costituiscono condizioni di comfort aggiuntivo per il bestiame.

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 6 / 16
		Numero Revisione
		00

2. Analisi bibliografica di riferimento e descrizione tipologia impianto solare rispetto alle categorie da essa definite

Occorre innanzi tutto precisare che per questo tipo di analisi è stato considerato quello che è ad oggi il Riferimento Scientifico più autorevole, stante anche il suo valore normativo, se non altro a livello di indirizzo.


Le “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici”, pubblicate dal MITE nel giugno 2022, rappresentano sicuramente il riferimento principe, sia perché sono ripetutamente richiamate dalla Normativa nel frattempo promulgata, sia perché costituiscono un documento equilibrato e scientificamente valido, nel quale si è cercato di mettere ordine alle tante considerazioni che hanno interessato il settore e, in particolare, la stessa definizione di “impianto agrivoltaico”, attraverso la definizione di parametri oggettivi determinabili in modo preciso, conosciuti i Dati Progettuali.

Le Linee Guida, inoltre, prevedono due tipologie di Agrivoltaico, quello standard e quello avanzato/innovativo, consentendo quindi all’operatore di regolare il proprio intervento sulla base del risultato che si intende conseguire e le risorse a disposizione.


Questa seconda fattispecie, per stesso riconoscimento del documento, presenta naturalmente costi di investimento assolutamente rilevanti, tant’è che è associata a una eleggibilità rispetto ai Fondi PNRR, che non sono invece ritenuti necessari per le configurazioni ad agrivoltaico “semplice”, considerato ormai in grado di essere realizzato senza la necessità di incentivi di sostegno.

La presente relazione, pertanto si prefigge lo scopo di mostrare, insieme alla Relazione Agronomica, il rispetto dei parametri A (A1 e A2), B (B1 e B2), C e D (D1 e D2) (quest’ultimo auspicabile ma non obbligatorio per le Linee Guida), sufficienti per il riconoscimento dello status di “agrivoltaico avanzato”.

In particolare, i requisiti A1, A2, C e B2, di tipo progettuale, sono trattati in questa relazione, mentre per quanto concerne i requisiti B1 (continuità dell’attività agricola), D1 (risparmio idrico) e D2 (monitoraggio della continuità dell’attività agricola) si rimanda anche alla Relazione Agronomica.

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 7 / 16
		Numero Revisione
		00

3. Verifica dei parametri tecnici A1, A2, B2, C

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 8 / 16
		Numero Revisione
		00

a. Parametro A1

Il Parametro A1 si ritiene rispettato, nel momento in cui è verificata la seguente condizione:

- Superficie minima per l'attività agricola:

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

Detta previsione comporta che sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, S_{tot}) almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

Richiamate dalle Linee Guida le definizioni dei due parametri della formula:

$S_{agricola}$ è assunta coincidente con la SAU (Superficie Agricola Utilizzata): superficie agricola utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo, che include seminativi, prati permanenti e pascoli, colture permanenti e altri terreni agricoli utilizzati;

S_{tot} è la Superficie di un sistema agrivoltaico, ossia l'area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico (aree di viabilità, aree occupate dai cabinati ...);

si procede al calcolo delle stesse superfici nel caso in esame.

È a questo fine importante precisare che si prevede di installare eliostati caratterizzati dalla possibilità di essere ruotati in modo contrapposto nel momento in cui un mezzo agricolo percorre le loro interfila. Sostanzialmente, al passaggio del mezzo agricolo gli eliostati occidentali della fila vengono girati verso ovest, mentre quelli orientali verso est. Questo libera una corsia utile estremamente ampia, sufficiente a far procedere i mezzi di volta in volta necessari alle colture.

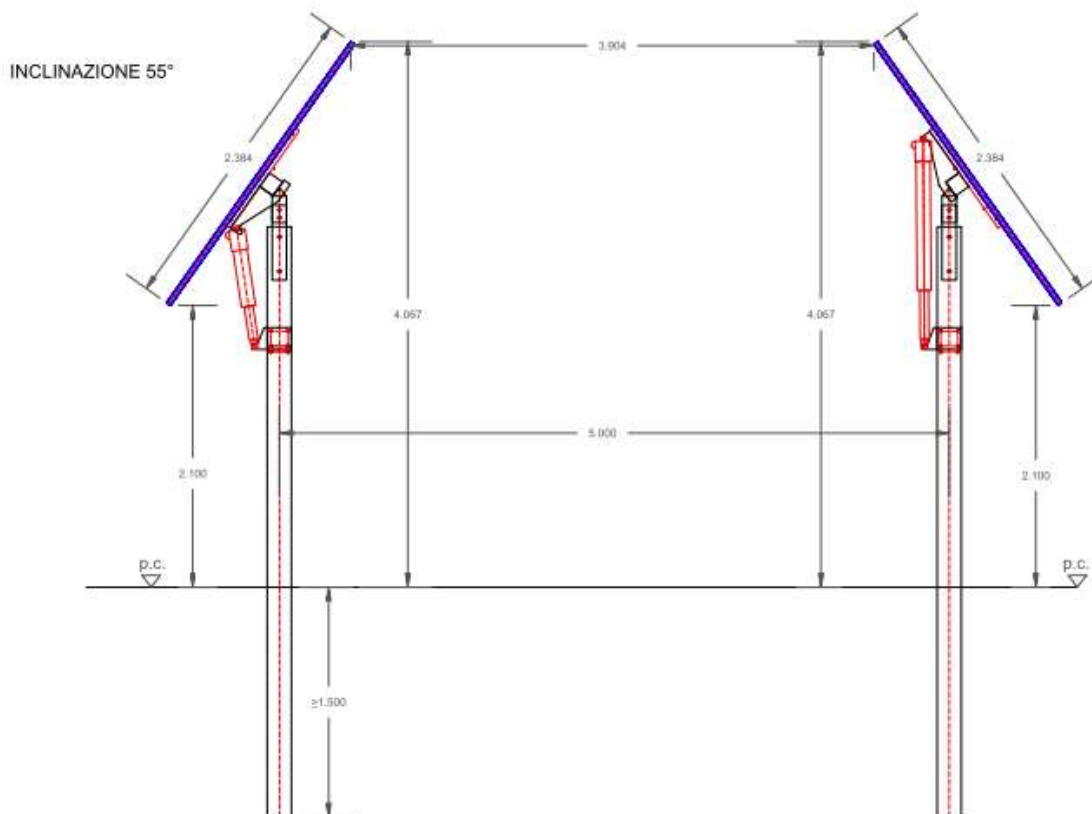



Figura 1: Configurazione Eliostati “a rotazione contrapposta”, imposta durante le attività agricole (passaggio mezzi)

Questo sistema, di fatto consente la coltivazione totale di tutta l’area agricola compresa nell’area di impianto, anche laddove sono presenti i moduli. Si considera quindi tutta l’area sottostante i pannelli come area coltivabile.

Per la Superficie Agricola si sono considerate quindi le superfici dell’area totale, escludendo le aree di viabilità, le aree occupate dai cabinati e le aree dei canali di scolo presenti all’interno dell’area.

Al fine di elaborare una valutazione cautelativa è stata inoltre esclusa dalla Superficie Agricola una fascia “di indisponibilità”, in corrispondenza dell’asse dei pali di sostegno delle strutture, di larghezza pari ad 1m (0.5m + 0.5m).

All’interno dell’area parco saranno garantiti spazi di manovra e corridoi di movimento adeguati, per facilitare il transito dei mezzi atti alla manutenzione del parco fotovoltaico e dei mezzi agricoli.

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 10 / 16
		Numero Revisione
		00

Il calcolo della Superficie Totale è invece facilmente riscontrabile, coincidendo con l'area interna alla recinzione di impianto.

Il calcolo pertanto porge: **Stot = 252'799 m2.**


Il calcolo della Superficie Agricola porge:

**Sagricola = (S interna alla recinzione) – (S viabilità interna) – (S cabine) – (S canali di scolo) =
= 225'018 m2**

Essendo che sia ha **Sagricola = 0,890 Stot**, ossia che la Superficie Agricola è 0,89 volte la Superficie Totale, è confermata la disequazione:

Sagricola ≥ 0,7 Stot .

La condizione A1 è pertanto verificata.

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 11 / 16
		Numero Revisione
		00

b. Parametro A2

Il Parametro A2 si ritiene rispettato, nel momento in cui è verificata la seguente condizione:

- Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR):

$$LAOR \leq 40\%$$

Detta previsione comporta che il rapporto tra rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (Stot) sia minore o uguale di 0,4 (o 40% in percentuale).

Il rationale della Norma è che "al fine di non limitare l'adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %".

Anche qui è bene richiamare le Definizioni dei parametri della formula come da Linee Guida:

Spv è la superficie totale di ingombro dell'impianto fotovoltaico ed è assunta coincidente con la proiezione sul piano di campagna del profilo esterno di massimo ingombro (i.e. posizione orizzontale) di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto, superficie attiva compresa la cornice;

Stot è la stessa definita al punto precedente.


Si procede quindi al calcolo delle stesse superfici nel caso in esame.

Il calcolo della Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico si determina considerando la proiezione sul piano di campagna dei moduli fotovoltaici previsti in centrale, in una configurazione in cui essi si trovano paralleli al terreno. Il calcolo, considerando le dimensioni del modello scelto, al lordo delle cornici (dimensioni 1,303 m * 2,384 m), porge:

$$Spv = 27'243 * 1,303 \text{ m} * 2,384 \text{ m} = \mathbf{84'626,35 \text{ m}^2}$$

La Superficie Totale è già stata determinata come da precedente calcolo:


$$Stot = \mathbf{252'799 \text{ m}^2}$$

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 12 / 16
		Numero Revisione
		00

Con i dati sopra richiamati si può quindi determinare il LAOR come:

$$\text{LAOR} = Spv/Stot = 84'626,35 \text{ m}^2 / 252'799 \text{ m}^2 = \mathbf{0,335 \leq 0,4} \text{ (40\% in percentuale) .}$$

La condizione A2 è pertanto verificata.

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 13 / 16
		Numero Revisione
		00

c. Parametro B2

Il Parametro B2 è associato alla così detta “Producibilità Elettrica Minima”. In sostanza si richiede 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 sia inferiore al 60 % di quest’ultima”.

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

Il rationale della Norma è che la funzione agricola e quella energetica debbano essere tra loro ben temperate, nell’ambito di una configurazione armonizzata sul sito a disposizione. In sostanza se da un lato non si deve arrivare a uno sfruttamento intensivo delle aree in termini energetici, dall’altro l’impianto fotovoltaico deve essere comunque valorizzato e non subordinato alla attività agricola, in coerenza appunto con l’approccio “agrivoltaico” alla progettazione.

Anche qui è bene richiamare le Definizioni dei parametri della formula come da Linee Guida:

FV_{agri} è la produzione netta che l’impianto agrivoltaico può produrre nel sito in esame, espressa in GWh/ha*anno

$FV_{standard}$ è la stima dell’energia che può produrre un impianto fotovoltaico di riferimento, espressa in GWh/ha*anno, collocato nello stesso sito dell’impianto agrivoltaico;

si procede quindi al calcolo delle stesse superfici nel caso in esame.

Il calcolo di FV_{agri} parte dalla produzione attesa: $P_{attesa} = 30'384'712$ kWh/anno.

Detto valore si trova partendo dalla produzione attesa della centrale in questione, dotata di un sistema ad inseguimento 1P, stimato con il software PVsyst, riferimento del settore (vedasi anche RB07 Relazione Energetica).

Il calcolo di $FV_{standard}$ può essere effettuato tramite il tool denominato “PVGIS” del JRC (Joint Research Centre della Commissione Europea), come indicato dalla prassi di riferimento UNI/PdR 148:2023. Il sistema di calcolo è accessibile al seguente link:

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/it/

La procedura di inserimento dei dati per la progettazione dell'impianto agrivoltaico deve prevedere:

- l'individuazione del sito ove verrà installato l'impianto agrivoltaico;
- la selezione del valore "PVGIS-SARAH2" nel campo "Database di radiazione solare";
- la selezione della tecnologia fotovoltaica "silicio cristallino", nel campo "Tecnologia FV";
- un fattore correlato alle perdite del generatore fotovoltaico lato corrente continua - pari, in ogni caso, al 14%, da inserire nel campo "Perdite di sistema [%]";
- la modalità di installazione "montaggio a terra", presente nel campo "Posizione montaggio";
- il valore pari alla latitudine meno 10 gradi nel campo "Inclinazione";
- il valore 0° nel campo "Orientamento".

Di seguito si riportano i dati inseriti all'interno del software, e i dati ottenuti.

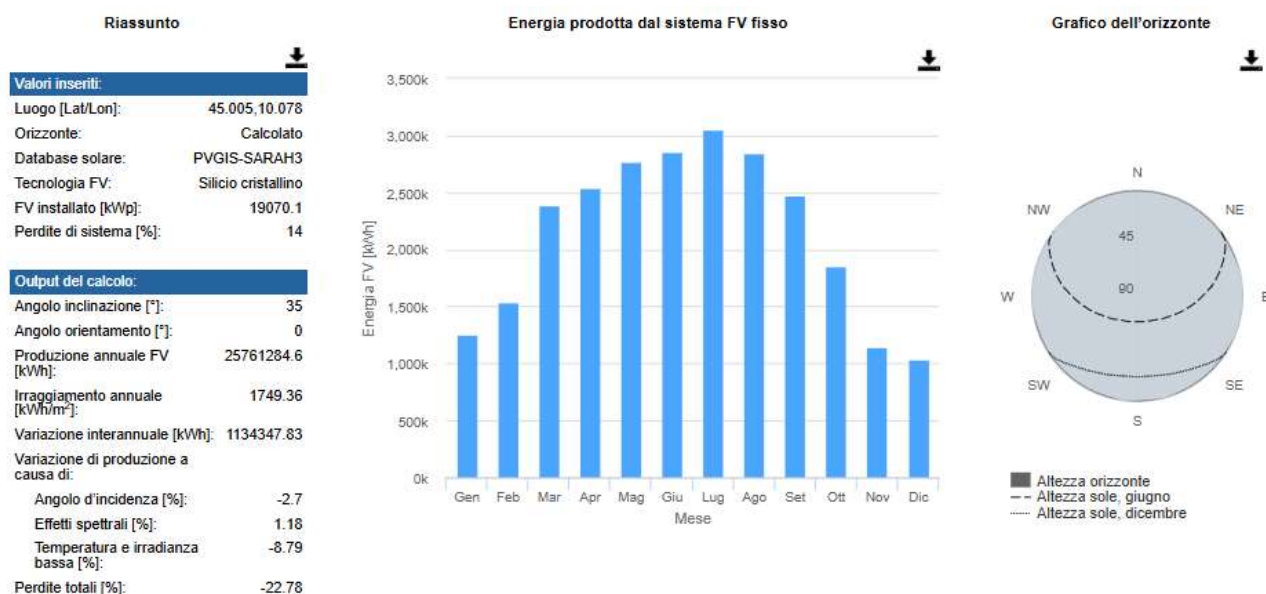



Figura 2: Simulazione PVStandard tramite software PVGIS, estrapolazione risultati

$FV_{standard} = 25'761'284.6 \text{ kWh/anno}$

Considerato che il termine di ettari disponibili si trova sia al numeratore, che al denominatore dell'equazione, e con i dati sopra richiamati si può quindi determinare che:

	ID Documento Committente CoD081_FV_BGR_00081	Pagina 15 / 16
		Numero Revisione
		00

FVagri/FVstandard = (30.384 GWh/anno) / (25.761 GWh/anno) = **1,179 ≥ 0,6** (60% in percentuale) .

La condizione B2 è pertanto verificata.

d. Parametro C

La soluzione tecnica di installazione dell'impianto fotovoltaico qui descritta prevede l'uso strutture tracker 1P, che permettono l'inseguimento del sole da parte dei moduli, operando una rotazione est-ovest.

Come mostrato in Fig.1, l'altezza minima raggiunta dai moduli è di 2,10 metri. Questa configurazione consente il passaggio di macchinari funzionali alla coltivazione, assicurando che vi sia lo spazio sufficiente per lo svolgimento dell'attività agricola con continuità, anche al di sotto dei moduli. La superficie occupata dal sistema fotovoltaico e quella destinata all'uso agricolo coincidono, ad esclusione dell'area occupata degli elementi costruttivi dei tracker che vengono infissi a terra e le zone ad essi circostanti. Viene così attuata una condizione di doppio uso del suolo con un livello di integrazione massima tra l'impianto di produzione dell'energia e la coltura. In queste condizioni, non solo si ottiene una ottimizzazione dell'occupazione del terreno, ma si guadagna anche una protezione delle colture da parte dei moduli fotovoltaici, che sono uno schermo contro elementi atmosferici in grado di danneggiare le piantagioni (es. piogge forti, grandine, soleggiamento eccessivo...).

L'impianto così descritto e in particolare per la scelta della configurazione spaziale del sistema, viene classificato come agrivoltaico avanzato che rispetta il requisito C di tipo 1.



Figura 3: Sistema agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e sotto a essi (TIPO 1).