

# Wood Solare Italia S.r.l.

## Impianto agro-fotovoltaico da 37.613,4 kWp e opere connesse

Comune di Manfredonia (FG)

### Progetto Definitivo Impianto agrivoltaico

Allegato 27 - Relazione verifica rispetto dei requisiti di impianto agrivoltaico (Linee Guida MiTE e Norma CEI PAS 82-93)



Professionista incaricato: Ing. Daniele Cavallo – Ordine Ingegneri Prov. Brindisi n. 1220

Rev. 0

Novembre 2023



**wood.**

## Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Riferimenti Normativi</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Verifica rispondenza ai requisiti in materia di impianti agrivoltaici</b>	<b>6</b>
3.1	Requisito A – Condizioni costruttive e spaziali	6
3.2	Requisito B – Produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli	7
3.3	Requisito D.2 - Sistemi di monitoraggio	10
<b>4</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>12</b>

**Questo documento è di proprietà di Wood Solare Italia S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Wood Solare Italia S.r.l.**

## 1 Introduzione

La società Wood Solare Italia S.r.l. intende realizzare nel Comune di Manfredonia (FG), in località di Amendola, un impianto agro-fotovoltaico, della potenza nominale da 37.613,4 kWp e relative opere connesse.

Il presente documento si configura come la relazione di verifica di rispondenza dell'impianto ai requisiti stabiliti per gli impianti agrivoltaici dalla seguente normativa:

- Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici emanate dal Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) nel giugno 2022 ("Linee Guida MiTE");
- Norma tecnica CEI PAS 82-93 "Impianti Agrivoltaici" del gennaio 2023 ("Norme CEI").

Entrambi i riferimenti citati forniscono una classificazione della tipologia di impianti agrivoltaici in base alla rispondenza a determinati requisiti, definiti con criteri pressochè analoghi, che si riferiscono sia all'impianto fotovoltaico che al piano tecnico-agronomico delle colture.

I requisiti possono essere così sintetizzati:

- **Requisito A: Condizioni costruttive e spaziali**
  - A.1: la superficie minima destinata all'attività agricola deve essere almeno il 70% della superficie totale del progetto;
  - A.2: il rapporto massimo fra la superficie dei moduli e la superficie totale del progetto non deve superare il 40%.
- **Requisito B: Produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli**
  - B.1: la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento, garantita attraverso:
    - l'esistenza e la resa della coltivazione,
    - il mantenimento dell'indirizzo produttivo.
  - B.2: la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico deve essere superiore al 60% della producibilità di un impianto standard.
- **Requisito C: Altezza minima di moduli dal suolo per consentire le attività agricole sotto i moduli**
  - C.1: l'altezza minima dei moduli fotovoltaici dal suolo:
    - sia almeno pari a 2,1 m nel caso di attività colturale
    - sia almeno pari a 1,3 m nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame).
  - C.2: sia svolta l'attività agricola al di sotto dei moduli stessi.
- **Requisito D: Sistemi di monitoraggio per la verifica delle prestazioni dell'impianto agrivoltaico**
  - D.1: risparmio idrico;
  - D.2: produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti
  - D.3: continuità dell'attività agricola e delle attività delle aziende agricole interessate.
- **Requisito E: Sistemi di monitoraggio per la verifica dei parametri ambientali:**
  - E.1: recupero della fertilità del suolo;
  - E.2: il microclima;
  - E.3: la resilienza ai cambiamenti climatici.

La normativa vigente sostanzialmente prevede tre distinte tipologie di impianti agrivoltaici, a seconda della rispondenza o meno a determinati requisiti:

- "impianto agrivoltaico";

- "impianto agrivoltaico avanzato", meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche;
- "impianto agrivoltaico avanzato realizzato in conformità alle disposizioni del decreto-legge 77/2021 per l'accesso ai contributi del PNRR".

Nelle seguenti Tabella 1-1 e Tabella 1-2 si riassumono i requisiti a cui un progetto deve essere rispondente per poter essere classificato in una categoria piuttosto che in un'altra.

**Tabella 1-1: Classificazione delle Linee Guida MiTE in base alla rispondenza ai requisiti in materia di impianti agrivoltaici**

Linee Guida MiTE	A	B	C	D.1	D.2	E
<b>Impianto agrivoltaico</b>	X	X			X	
<b>Impianto agrivoltaico avanzato</b>	X	X	X	X	X	
<b>Impianto agrivoltaico avanzato ai fini del PNRR</b>	X	X	X	X	X	X

**Tabella 1-2: Classificazione delle Norme CEI in base alla rispondenza ai requisiti in materia di impianti agrivoltaici**

CEI	A	B	C	D.1	D.2	E
<b>Impianto agrivoltaico</b>	X	X				
<b>Impianto agrivoltaico avanzato</b>	X	X	X	X	X	
<b>Impianto agrivoltaico avanzato ai fini del PNRR</b>	X	X	X	X	X	X

Il presente impianto agrivoltaico è stato progettato avendo cura di rispettare la rispondenza ai requisiti A, B e D.2 rientrando pertanto nella definizione di **"impianto agrivoltaico"**.

La rispondenza al requisito C, che richiede un'altezza minima dei pannelli dal suolo pari a 2,1 m, non potrà essere soddisfatta in quanto, sebbene in posizione orizzontale l'altezza dei moduli sia pari a 2,5 m, nella posizione di massima inclinazione dell'inseguitore (60°), la distanza del pannello dal suolo risulta inferiore al limite prestabilito dalla norma tecnica.

Si sottolinea che la Società ha valutato le alternative progettuali al fine di fornire una rispondenza anche a tale requisito ma, considerata l'estensione dell'area d'impianto e le attuali tecnologie disponibili sul mercato, la configurazione impiantistica adottata è sicuramente la più idonea per praticare coltivazioni meccanizzate di tipo intensivo.

Nel paragrafo 3 del presente documento, si riportano i risultati dei calcoli a dimostrazione della rispondenza dell'impianto agrivoltaico ai requisiti sopramenzionati, facendo riferimento alle definizioni e ai criteri di calcolo e alle analisi di producibilità effettuate al fine di dimostrare la conformità del progetto alle linee guida e alla norma CEI in materia di impianti agrivoltaici.

## 2 Riferimenti Normativi

Le seguenti pubblicazioni costituiscono riferimenti normativi in ambito agrivoltaico e stabiliscono vari criteri con cui definire caratteristiche e requisiti che un sistema, integrante attività agricola e produzione di energia con tecnologia fotovoltaica, deve avere per essere qualificato come impianto agrivoltaico:

- Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici del Ministero della Transizione Ecologica (MiTE)<sup>1</sup>, 27 giugno 2022;
- CEI PAS 82-93 Impianti agrivoltaici – Edizione 2023;
- DIN SPEC 91434 Agri-photovoltaic systems – Requirements for primary agricultural use;
- AFNOR Référentiel de labélisation des projets de classe A sur culture (Label Projet Agrivoltaïque), Version 1.1, Décembre 2021;
- Linee guida per la progettazione e la costruzione di impianti di produzione di energia solare agricola - Edizione 2021, New Energy and Industrial Technology Development Organisation (NEDO);
- Linee Guida per lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione in Italia del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF)<sup>2</sup>, settembre 2017;
- Decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure;
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC);
- CEI EN IEC 61724-1 Photovoltaic system performance Part 1: Monitoring;
- CEI EN 62446 Sistemi fotovoltaici (FV) – Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione. Parte 1: Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica – Documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva.

### 3 Verifica rispondenza ai requisiti in materia di impianti agrivoltaici

#### 3.1 Requisito A – Condizioni costruttive e spaziali

Tale requisito è volto a verificare che l'impianto agrivoltaico sia progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale e opportune scelte tecnologiche tali da non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica. Tale risultato si intende raggiunto qualora siano soddisfatti i seguenti criteri:

- criterio A.1: la superficie minima destinata all'attività agricola deve essere almeno il 70% della superficie totale del progetto;
- criterio A.2: il rapporto massimo fra la superficie dei moduli e la superficie totale del progetto non deve superare il 40%.

Per il presente progetto:

1. La superficie totale ( $S_{tot}$ ) è pari a 79,66 ha;
2. La superficie per l'attività agricola ( $S_{agricola}$ ) è pari a 61,35 ha;
3. La superficie occupata dai moduli ( $S_{pv}$ ) è pari a 16,81 ha.

Ne consegue che entrambi i criteri sono soddisfatti, come si evince dalla seguente tabella.

**Tabella 3-1: Verifica del rispetto del requisito A**

N. Requisito	Requisito	Impianto "Manfredonia"
A.1	$S_{agricola}/S_{totale} \geq 70 \%$	77,01 %
A.2	$LAOR (S_{pv}/S_{tot}) \leq 40 \%$	21,10 %

Per entrare nel dettaglio di come sono state misurate e calcolate le superfici che garantiscono il rispetto del requisito A, risulta necessario definire alcuni parametri.

In accordo alla normativa la Superficie Totale " $S_{tot}$ " è data dalla somma della Superficie agricola " $S_{agricola}$ " e della Superficie non utilizzata per attività agricola " $S_N$ ":

$$S_{tot} = S_{agricola} + S_N$$

La  $S_{tot}$  quindi comprende:

- la superficie totale su cui insiste l'impianto ( $S_{apv}$ );
- la superficie utilizzata per coltura (o zootecnica in altri casi) correlata all'impianto agrivoltaico. Questa include anche opere di mitigazioni perimetrali e aree esterne alle recinzioni purchè si tratti di aree coltivate comprese nel piano agronomico che hanno interazione col sistema agrivoltaico.

Nel computo della  $S_{agricola}$  sono state quindi incluse le aree coltivate tra le interfile dei moduli, la fascia interna di mitigazione coltivata a mandorlo e tutte le aree esterne al perimetro dell'impianto, contrattualizzate dalla società e che saranno coltivate.

La Superficie non agricola  $S_N$  si ottiene dalla somma delle superfici occupate da:

- L'ingombro proiettato a terra dei moduli posti orizzontalmente (essendo l'altezza minima della struttura porta moduli mobile inferiore all'altezza minima ammessa, pari a 2,1 m);
- Cabine, edifici e magazzini ( $S_c$ );
- Nuove strade e piazzole;
- fascia di mitigazione visiva esterna alla recinzione, realizzata con piante di lentisco.

Dal calcolo della superficie totale sono state escluse le tare, ovvero le superfici che non interessano direttamente l'attività agricola (ad esempio laghetti, canali/corsi d'acqua, fossi, edifici esistenti/sostegni, strade esistenti, vegetazione esistente). Nel caso in esame è stata esclusa una fascia di vegetazione esistente.

La seguente Tabella 3-2 riassume le superfici considerate per il calcolo dei parametri.

**Tabella 3-2 Superfici per calcolo del requisito A**

Descrizione	Superfici (mq)
<b>SUPERFICIE CONTRATTUALIZZATA</b>	799.267
<b>SUPERFICIE RECINTATA</b>	512.192
<b>TARE ESISTENTI ALL'INTERNO DELL'AREA CONTRATTUALIZZATA (<math>S_{tare}</math>)</b>	2.643
Fascia di mascheramento agricola	26.992
Superficie occupata dai moduli in orizzontale	168.116
Superficie nuove strade, piazzole, edifici, power stations	11.533
Fascia di mascheramento non considerabile agricola (arboricoltura da legno, macchia)	3.483
<b>SUPERFICIE NON UTILIZZATA PER ATTIVITA' AGRICOLA (<math>S_N</math>)</b>	183.132
Superficie occupata dai moduli, comprese interfile	406.220
<b>SUPERFICIE TOTALE INGOMBRO IMPIANTO AGRIVOLTAICO (<math>S_{apv}</math>)</b>	417.753
<b>SUPERFICIE AGRICOLA (<math>S_{agricola}</math>)</b>	<b>613.492</b>
<b>SUPERFICIE TOTALE (<math>S_{tot}</math>)</b>	<b>796.624</b>

### 3.2 Requisito B – Produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli

Tale requisito è volto a verificare che l'impianto agrivoltaico sia esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli, valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi. In particolare, dovrebbero essere verificati:

- criterio B.1: la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento:
  - a. l'esistenza e la resa della coltivazione;
  - b. il mantenimento dell'indirizzo produttivo.
- criterio B.2: la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico deve essere superiore al 60% della producibilità di un impianto standard.

Per il progetto del presente impianto agrivoltaico, entrambi i criteri sono soddisfatti.

Infatti, per il criterio B.1 lettera a), come indicato nella relazione pedo-agronomica riportata nell'Allegato 17 del Progetto Definitivo, emessa in Rev. 1, il parco agro-fotovoltaico sarà integrato da una serie di interventi agronomici, volti a favorire la redditività e la produttività dei suoli agricoli, in modo tale da garantire la coesistenza dell'agroecosistema produttivo agricolo con quello della produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica.

Tra la situazione ante e post progettuale si è stimato un incremento della Produzione Lorda Standard delle aree interessate

dall'impianto del 3.1% (da 2.327,97 €/ha a 2.400,20 €/ha).

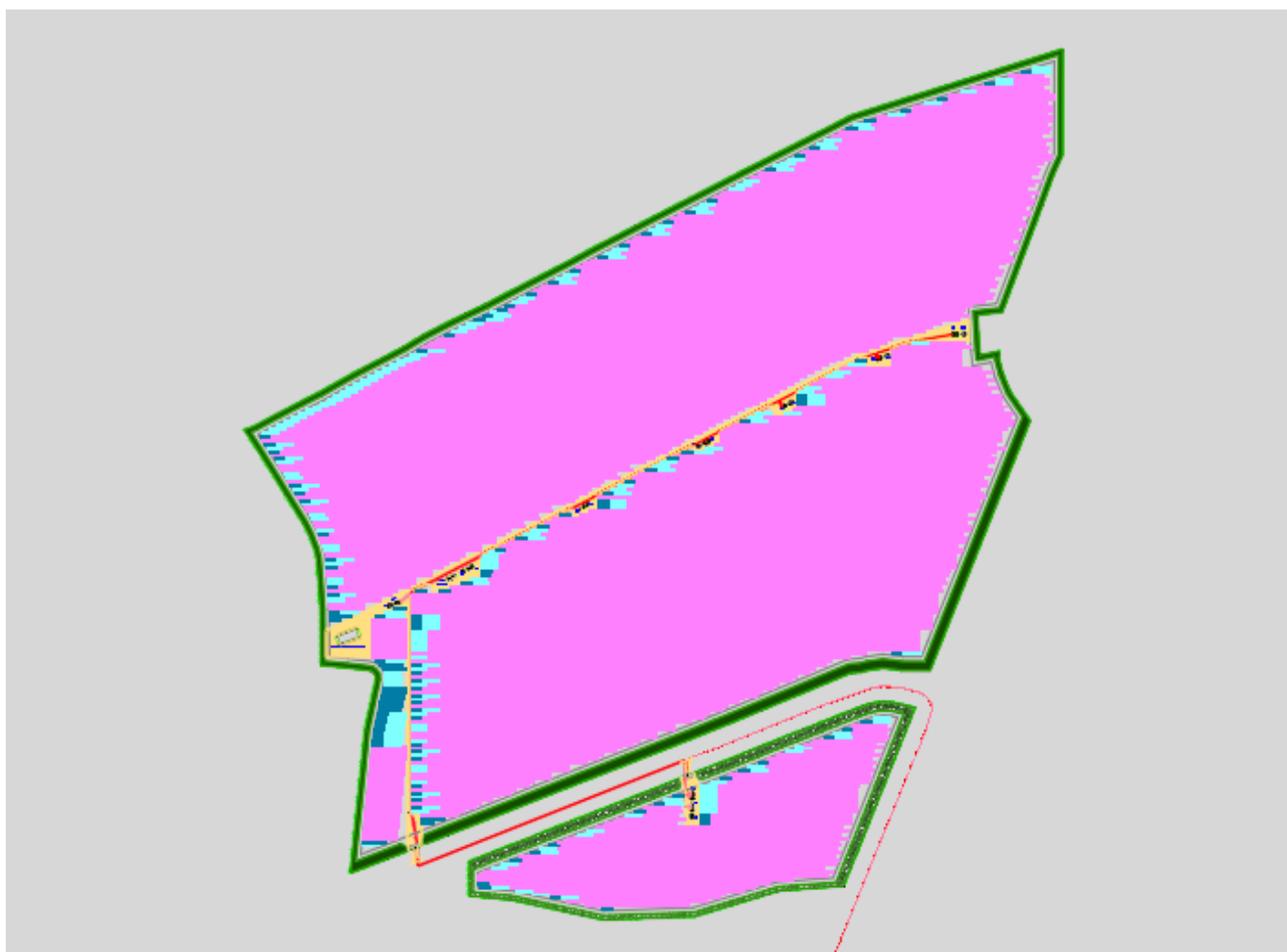
Per il criterio B.1 lettera b), la realizzazione dell'impianto agrivoltaico comporta un mantenimento dell'indirizzo produttivo dei terreni, in quanto il progetto prevede l'utilizzo della superficie destinata all'attività agricola (circa il 77% della superficie totale dei terreni) per la coltivazione di colture ad elevato grado di meccanizzazione o del tutto meccanizzate (considerata anche l'estensione dell'area) e già praticate nell'areale di interesse. Infatti, pur considerando l'occupazione di suolo da parte dell'impianto, un'accurata pianificazione delle colture miglioreranno la qualità del suolo a beneficio dell'attività agricola.

Per la verifica del criterio B.2, la producibilità dell'impianto agrivoltaico, come riportato nell'Allegato 6 del Progetto Definitivo, risulta essere pari a 70.816 MWh/anno e la produzione elettrica specifica, parametrata agli ettari occupati dall'impianto, risulta essere pari a 1.382,61 MWh/ha/anno ( $FV_{agr}$ ).

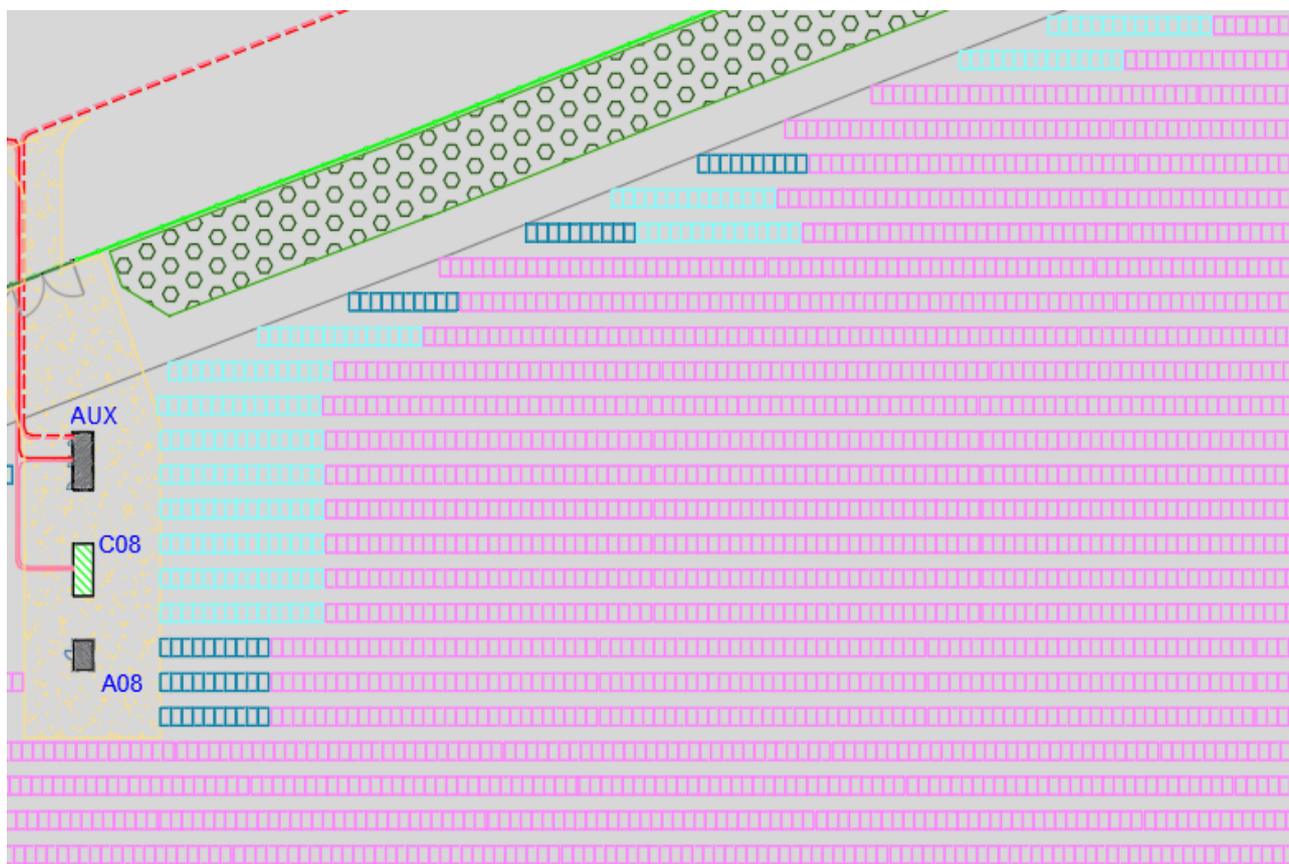
La producibilità elettrica specifica di riferimento ( $FV_{standard}$ ) è stata determinata considerando un impianto fotovoltaico di riferimento, in accordo alle indicazioni delle Linee Guida del MiTE di seguito riportate:

*"Producibilità elettrica specifica di riferimento ( $FV_{standard}$ ): 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".*

Per questa ragione è stata valutata la producibilità di un impianto con moduli su supporti fissi orientati a sud, di tipo monovela, collocati nella stessa area dell'impianto agrivoltaico, di cui si riporta un inquadramento generale in Figura 3-1 e un inquadramento di dettaglio in Figura 3-2.



**Figura 3-1 Inquadramento generale - Impianto di Riferimento**



**Figura 3-2 Dettaglio Strutture - Impianto di Riferimento**

Per questa valutazione sono stati considerati gli stessi moduli utilizzati nel progetto dell'impianto, aventi efficienza maggiore del 20% come richiesto dalle Linee Guida, ed una inclinazione di un angolo pari alla latitudine meno 10°.

La distanza che è stata considerata tra le interfile è pari a 4 m **Error! Reference source not found.**

Il distanziamento necessario al fine di evitare che vi siano ombreggiamenti alle ore 12 del 21 dicembre, menzionato nelle Norme CEI, comporterebbe una distanza tra le interfile superiore e, quindi, una minore potenza installata a parità di superficie occupata rispetto al caso di distanziamento prescelto. Infatti siccome l'impianto che verrà realizzato utilizzerà la logica del *Backtracking*, riducendo quindi gli effetti dell'ombreggiamento, si è deciso di ridurre la distanza tra le interfile dell'impianto di riferimento in modo da aumentare la potenza installata a pari superficie, e massimizzare quindi la producibilità dell'impianto di riferimento. Questa soluzione risulta la configurazione più conservativa al fine di valutare il soddisfacimento del requisito B.2.

La producibilità dell'impianto di riferimento risulta pertanto essere pari a 93.079,1 MWh/anno al quale corrisponde una produzione elettrica specifica di 1.817,27 MWh/ha/anno.

Il criterio è soddisfatto in quanto il rapporto tra  $FV_{agri}/FV_{standard}$  risulta essere pari a **76,1 %**, significativamente superiore al valore minimo richiesto del 60%.

**Tabella 3-3: Verifica del rispetto del requisito B**

N. Requisito	Requisito	Impianto "Manfredonia"
<b>B.1</b>	Continuità dell'attività agricola: <ul style="list-style-type: none"> <li>• esistenza e resa della coltivazione</li> <li>• mantenimento indirizzo produttivo</li> </ul>	<p>a) Si è stimato un aumento della Produzione Lorda Standard (PLS) del 3,1% tra la situazione ante e la situazione post progettuale;</p> <p>b) La realizzazione dell'impianto agrivoltaico comporta un mantenimento dell'indirizzo produttivo dei terreni, in quanto il progetto prevede l'utilizzo della superficie destinata all'attività agricola (circa il 77% della superficie totale dei terreni) per la coltivazione di colture ad elevato grado di meccanizzazione o del tutto meccanizzate e già praticate nell'areale di interesse. Infatti, pur considerando l'occupazione di suolo da parte dell'impianto, un'accurata pianificazione delle colture miglioreranno la qualità del suolo a beneficio dell'attività agricola.</p>
<b>B.2</b>	Producibilità elettrica minima ( $FV_{agri} \geq 0,6 \times FV_{standard}$ )	$FV_{agri}/FV_{standard} = 76,1 \%$

Il rispetto dei requisiti A e B permette all'impianto di essere definito come "Impianto Agrivoltaico" ai sensi delle Norme CEI.

### 3.3 Requisito D.2 - Sistemi di monitoraggio

Nel corso della vita utile dell'impianto è essenziale eseguire delle attività di monitoraggio al fine di verificare la continuità dell'attività agricola, come riportato nel Requisito B.1, in termini di:

1. esistenza e resa della coltivazione;
2. mantenimento indirizzo produttivo.

Il sistema di monitoraggio deve permettere di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio, al fine di poter verificare il rispetto del Requisito D.2:

- produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti;
- continuità dell'attività agricola e delle attività delle aziende agricole interessate.

Il piano di monitoraggio previsto per l'impianto agrivoltaico "Manfredonia", descritto compiutamente nell'All. 17 "Relazione pedo-agronomica" Rev. 1, prevede l'esame di una serie di parametri per tutta la vita utile dell'impianto.

Il risparmio idrico, il microclima e la resilienza ai cambiamenti climatici verranno monitorati: in particolare verrà svolta una verifica sul beneficio dell'ombreggiamento delle colture nei periodi prolungati in assenza di piogge, in quanto l'ombra generata dagli impianti agrivoltaici, se ben calibrata, riduce l'evapotraspirazione e la temperatura del suolo, quindi il fabbisogno idrico delle colture, aumentando la resilienza del settore agroalimentare rispetto agli impatti del cambiamento climatico.

**Tabella 3-4: Verifica del rispetto del requisito D.2**

N. Requisito	Requisito	Impianto "Manfredonia"
<b>D.2</b>	Monitoraggio produttività agricola per le diverse tipologie di colture	Tutte le fasi di coltivazione (lavorazione del terreno, semina, concimazioni, trattamenti fitosanitari, raccolta) verranno monitorate durante l'intero ciclo

N. Requisito	Requisito	Impianto "Manfredonia"
		<p>produttivo, attraverso la stesura di un quaderno di campagna dove verranno annotate le singole operazioni colturali, i diversi mezzi tecnici utilizzati e le produzioni realizzate. Tali quaderni, verranno realizzati nel rispetto delle linee guida della Regione Puglia, con indicazione dei dati meteo nei diversi periodi, della patologia controllata e indicazione della qualità del prodotto realizzato. Tale monitoraggio della produzione sarà rapportato alle medie delle produzioni realizzate nei terreni agricoli di interesse negli anni precedenti e alle medie rilevate dalla Regione Puglia, con particolare attenzione alla qualità del prodotto realizzato e a minor impatto sull'ambiente.</p> <p>Per il progetto specifico, essendo prevista la coltivazione anche in aree esterne al perimetro dell'impianto nella disponibilità della Società, quest'area può essere considerata come un'area di controllo (di benchmark) per effettuare il confronto delle rese tra le colture coltivate nelle interfile dell'impianto con quelle coltivate all'esterno.</p>
	<p>Monitoraggio della continuità dell'attività agricola</p>	<p>Il monitoraggio delle produzioni servirà a garantire sia la continuità dell'attività agricola che la resa delle coltivazioni, documentando gli effetti sulle colture procurati dall'impianto agrivoltaico.</p> <p>Con cadenza annuale (annata agraria), verranno predisposte, da parte di agronomi, delle relazioni in cui saranno riportate le seguenti informazioni: verifica della presenza dei fascicoli aziendali e dell'iscrizione ad albi/registri previsti dalle norme di settore, iscrizione dell'azienda nei registri della Camera di Commercio, descrizione dell'ordinamento colturale con indicazione delle rotazioni e/o avvicendamenti, e delle rese attese e/o ottenute (t/ha), indicazione dei mezzi tecnici utilizzati e delle ore/uomo di lavoro, la destinazione della produzione agricola ottenuta. eventuale utilizzo di biomasse a scopo di fertilizzazione (es. compost, reflui zootecnici, digestati, etc.), realizzazione dei quaderni di campagna, digitalizzazione dell'agricoltura e il ricorso a Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS), utilizzo di una capannina meteorologica per supportare tutte le decisioni necessarie alla coltivazione.</p>

## 4 Conclusioni

In conclusione:

- Sarà garantita la rispondenza ai requisiti A, B e D.2;
- l'Impianto in progetto rientra pienamente nella definizione di **"impianto agrivoltaico"**, sia **ai sensi delle Linee Guida del MiTE** per cui è richiesta la rispondenza ai requisiti A, B e D.2, che **ai sensi della norma CEI** che richiede la rispondenza ai soli requisiti A e B.