



REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI PALERMO
COMUNE DI PETRALIA SOTTANA



PROGETTO IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA
REALIZZARE NEL COMUNE DI PETRALIA SOTTANA (PA)
CONTRADA CHIBBO', E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE, DI
POTENZA PARI A **32.821,88 kW**, DENOMINATO **CHIBBO'**

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI MONITORAGGIO AGRONOMICICO



livello prog.	STMG	N° elaborato	DATA	SCALA
PD	202102497		28.06.2023	

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE

HF SOLAR 12 S.r.l.

ENTE

PROGETTAZIONE

Dott. Agronomo Matteo Sorrenti

PREMESSA

Si riportano di seguito le definizioni di Energia e Agricoltura che si evincono dalle Linee Guida di cui all'art. 2 del D.Lgs. 199/2001:

- a) Attività agricola: produzione, allevamento o coltivazione di prodotti agricoli, comprese la raccolta, la mungitura, l'allevamento e la custodia degli animali per fini agricoli;
- b) Impresa agricola: imprenditori agricoli, come definiti dall'articolo 2135 del codice civile, in forma individuale o in forma societaria anche cooperativa, società agricole, come definite dal decreto legislativo 29 marzo 2004, n. 99, e s.m.i., se persona giuridica, e consorzi costituiti tra due o più imprenditori agricoli e/o società agricole;
- c) Impianto fotovoltaico: insieme di componenti che producono e forniscono elettricità ottenuta per mezzo dell'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche in corrente alternata o in corrente continua e/o di immetterla nella rete distribuzione o di trasmissione;
- d) Impianto agrivoltaico (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico): impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione;
- e) Impianto agrivoltaico avanzato: impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinqies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:
 - i) adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
 - ii) prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici;
- f) Sistema agrivoltaico avanzato: sistema complesso composto dalle opere necessarie per lo svolgimento di attività agricole in una data area e da un impianto agrivoltaico installato su quest'ultima che, attraverso una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, integri attività agricola e produzione elettrica, e che ha lo scopo di valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi, garantendo comunque la continuità delle attività agricole proprie dell'area;

- g) Volume agrivoltaico (o Spazio poro): spazio dedicato all'attività agricola, caratterizzato dal volume costituito dalla superficie occupata dall'impianto agrivoltaico (superficie maggiore tra quella individuata dalla proiezione ortogonale sul piano di campagna del profilo esterno di massimo ingombro dei moduli fotovoltaici e quella che contiene la totalità delle strutture di supporto) e dall'altezza minima dei moduli fotovoltaici rispetto al suolo
- h) Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}): somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice);
- i) Superficie di un sistema agrivoltaico (S_{tot}): area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico;
- j) Altezza minima dei moduli fotovoltaici rispetto al suolo: altezza misurata da terra fino al bordo inferiore del modulo fotovoltaico; in caso di moduli installati su strutture a inseguimento l'altezza è misurata con i moduli collocati alla massima inclinazione tecnicamente raggiungibile. Nel caso in cui i moduli abbiano altezza da terra 5 variabile si considera la media delle altezze;
- k) Produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{agri}): produzione netta che l'impianto agrivoltaico può produrre, espressa in GWh/ha/anno;
- l) 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;
- m) Potenza nominale di un impianto agrivoltaico: è la potenza elettrica dell'impianto fotovoltaico, determinata dalla somma delle singole potenze nominali di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni STC (Standard Test Condition), come definite dalle pertinenti norme CEI, espressa in kW;
- n) Produzione netta di un impianto agrivoltaico: è l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata in bassa tensione, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche e prima che sia effettuata la trasformazione in media o alta tensione per l'immissione nella rete elettrica diminuita dell'energia elettrica assorbita dai servizi ausiliari di centrale, delle perdite nei trasformatori principali e delle perdite di linea fino al punto di consegna dell'energia alla rete elettrica, espressa in MWh;

- o) 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. Essa esclude quindi le coltivazioni per arboricoltura da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea). Dal computo della SAU sono escluse le superfici delle colture intercalari e quelle delle colture in atto (non ancora realizzate). La SAU comprende invece la superficie delle piantagioni agricole in fase di impianto;
- p) SANU (Superficie agricola non utilizzata): Insieme dei terreni dell'azienda non utilizzati a scopi agricoli per una qualsiasi ragione (di natura economica, sociale o altra), ma suscettibili ad essere utilizzati a scopi agricoli mediante l'intervento di mezzi normalmente disponibili presso un'azienda agricola. Rientrano in questa tipologia gli eventuali terreni abbandonati facenti parte dell'azienda ed aree destinate ad attività ricreative, esclusi i terreni a riposo (Tare per fabbricati, Tare degli appezzamenti, Boschi, Arboricoltura da legno, Orti familiari).
- q) RICA (Rete di Informazione Contabile Agricola): indagine campionaria svolta in tutti gli Stati dell'Unione Europea, gestita in Italia dal CREA, basata su un campione ragionato di circa 11.000 aziende, strutturato in modo da rappresentare le diverse tipologie produttive e dimensionali presenti sul territorio nazionale, consentendo una copertura media a livello nazionale del 95% della Superficie Agricola Utilizzata, del 97% del valore della Produzione Standard, del 92% delle Unità di Lavoro e del 91% delle Unità di Bestiame;
- r) PAC (Politica Agricola Comune): insieme di regole dettate dall'Unione europea, ai sensi dell'articolo 39 del Trattato sul Funzionamento dell'Unione europea, per incrementare la produttività dell'agricoltura; assicurare un tenore di vita equo alla popolazione agricola; stabilizzare i mercati; garantire la sicurezza degli approvvigionamenti; assicurare prezzi ragionevoli ai consumatori;
- s) LAOR (Land Area Occupation Ratio): rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (S tot). Il valore è espresso in percentuale;
- t) SIGRIAN (Sistema informativo nazionale per la gestione delle risorse idriche in agricoltura): strumento di riferimento per il monitoraggio dei volumi irrigui previsto dal Decreto del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali del 31/07/2015 "Approvazione delle linee guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo", che raccoglie tutte le informazioni di natura gestionale, infrastrutturale e agronomica relative all'irrigazione collettiva ed autonoma a livello nazionale; è un geodatabase, strutturato come un

WebGis in cui tutte le informazioni sono associate a dati geografici, collegati tra loro nei diversi campi, con funzione anche di banca dati storica utile ai fini di analisi dell'evoluzione dell'uso irriguo dell'acqua nelle diverse aree del Paese;

- u) SIAN (Sistema informativo agricolo nazionale): strumento messo a disposizione dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali e dall'Agea - Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura, per assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla gestione degli adempimenti previsti dalla PAC, con particolare riguardo ai regimi di intervento nei diversi settori produttivi;
- v) Buone Pratiche Agricole (BPA): le buone pratiche agricole (BPA) definite in attuazione di quanto indicato al comma 1 dell'art. 28 del Reg. CE n. 1750/99 e di quanto stabilito al comma 2 dell'art. 23 del Reg. CE 1257/99, nell'ambito dei piani di sviluppo rurale.

1. Piano di monitoraggio agrivoltaico

Gli obiettivi del presente piano e delle conseguenti attività che lo caratterizzano sono rappresentati da:

- a. **verifica dello scenario ambientale** e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (monitoraggio *ante operam* o monitoraggio dello scenario di base);
- b. **verifica delle previsioni** degli impatti ambientali e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera e *post operam* o monitoraggio degli impatti ambientali); tali attività consentiranno di:
 - 1. verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
 - 2. individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
 - 3. comunicazione degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti (alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico).

2. Modalita' temporale di espletamento delle attività di monitoraggio agrivoltaico

Il Progetto di Monitoraggio agrivoltaico si articola in tre fasi temporali di seguito illustrate:

- Fase 1: monitoraggio *ante operam*

Si procederà a:

analisi delle caratteristiche climatiche, meteo diffuse e fisiche dei terreni dell'area di studio tramite la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici e fisici rilevati per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti;

- Fase 2: monitoraggio in corso d'opera

Tale momento riguarda il periodo di coltivazione dell'annata agraria ed inizia dalle prime lavorazioni del terreno fino alla raccolta. È la fase che presenta la maggiore variabilità in quanto strettamente legata all'avanzamento della coltura. Le indagini saranno condotte per tutta la durata del ciclo produttivo.

- Fase 3: monitoraggio *post operam*

Comprende le fasi che vanno dal post raccolta fino alle lavorazioni preliminari per la nuova annata agraria; prevede uno studio del terreno post coltivazione ed una fase di bioattivazione, utile per ripristinare le caratteristiche idonee al terreno per accogliere le nuove coltivazioni.

3. Identificazione degli impatti da monitorare

Il presente piano prevede attività ante operam e post operam e soprattutto attività di monitoraggio espletate durante la vita dell'impianto e della produzione agricola attraverso:

- monitoraggio della componente biologica: con l'utilizzo di tecniche di monitoraggio e analisi avanzate sarà possibile studiare le variazioni della fertilità del suolo;
- monitoraggio parametri microclimatici;
- monitoraggio suolo e sottosuolo;
- monitoraggio della coltura.

4. Componenti ambientali da monitorare

Lo scopo del monitoraggio delle componenti ambientali è quello di consentire una parametrizzazione continua degli elementi microclimatici e chimico-fisici che possono essere influenzati o che possono influenzare le attività di produzione elettrica e agricola.

Microclima

I valori rilevati saranno archiviati e organizzati in report mensili e saranno inviati trimestralmente all'ARPA e ai Comuni interessati, nonché alle associazioni di categoria che manifestano interesse.

Saranno **quindi parametrati i seguenti elementi:**

- pluviometria;
- umidità ambiente;
- umidità del terreno;
- temperatura della superficie dei moduli fotovoltaici;
- temperatura al suolo;
- ventosità;
- radiazione solare;
- raggi ultravioletti;
- bagnatura delle foglie;
- vigoria delle piante.

Alla parametrizzazione dei valori microclimatici si affianca contemporaneamente la parametrizzazione dei valori chimo-fisici del terreno.

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un **impianto agrivoltaico con potenza nominale di 32.821,88 kWp** da realizzare nel Comune di **Petralia Sottana** (PA), in località Chibbò.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico al fine di valorizzare l'intera superficie disponibile. I sistemi agrivoltaici costituiscono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare fotovoltaico (FV) con la produzione agricola e/o l'allevamento zootecnico e per il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di agricoltura all'avanguardia e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione garantiscono una serie di vantaggi a partire dall'ottimizzazione del raccolto e della produzione zootecnica, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, con conseguente aumento della redditività e dell'occupazione.

Tale nuovo approccio consentirebbe di vedere l'impianto fotovoltaico non più come mero strumento di reddito per la produzione di energia ma come l'integrazione della produzione di energia da fonte rinnovabile con le pratiche agro-zootecniche.

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agronomico. In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa. Ad esempio, un eccessivo ombreggiamento sulle piante può generare ricadute negative sull'efficienza fotosintetica e, dunque, sulla produzione; o anche le ridotte distanze spaziali tra i moduli e tra i moduli ed il terreno possono interferire con l'impiego di strumenti e mezzi meccanici in genere in uso in agricoltura. Ciò significa che una soluzione che privilegi solo una delle due componenti - fotovoltaico o agricoltura - è passibile di presentare effetti negativi sull'altra.

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.

Il rispetto del REQUISITO A, delle Linee Guida summenzionate, pone obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica.

Per il REQUISITO B1 l'impianto dovrà dotarsi di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D. Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici. In particolare, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione.

Il REQUISITO D delle Linee Guida summenzionate richiede la dotazione 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;

Il REQUISITO E, delle stesse Linee Guida, inoltre, impone di prevedere l'adozione 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.

4.1 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

La società proponente ha sottoscritto un preliminare di diritto di superficie con i proprietari che conducono gli stessi terreni estesi 94,20 ettari.

L'analisi dei dati rileva che l'ordinamento produttivo della zona è prevalentemente basato su colture cerealicole-foraggere, che si alternano a colture industriale.

Il progetto prevede in totale la piantumazione sulla fascia perimetrale di un'area di circa 2,5 ettari di un oliveto intercalato con piante di rosmarino, con circa 1.000 piante.

L'inserimento di arnie per apicoltura utili alla salvaguardia della biodiversità locale; tale scelta è volta inoltre a salvaguardare la specie stessa che, negli ultimi anni, ha subito una notevole riduzione.

All'interno dell'area d'impianto, su una porzione pari a 54 ettari è previsto l'inserimento di un prato mellifero.

Infine, è prevista la rinaturalizzazione di un'area a Nord di circa 10 ettari.

Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Tale attività sarà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza biennale. Alla relazione saranno allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari); inoltre, sarà allegato il "fascicolo aziendale", previsto dalla normativa vigente per le imprese agricole che percepiscono contributi comunitari. All'interno di esso si colloca il Piano di coltivazione, che contiene la pianificazione dell'uso del suolo dell'intera azienda agricola. Il "Piano colturale aziendale o Piano di coltivazione", è stato introdotto con il DM 12 gennaio 2015 n. 162.

Infine, allo scopo di raccogliere i dati di monitoraggio necessari a valutare i risultati tecnici ed economici della coltivazione e dell'azienda agricola che realizza sistemi agrivoltaici, con la conseguente costruzione di strumenti di benchmark, l'azienda

agricola aderirà alla rilevazione con metodologia RICA, dando la loro disponibilità alla rilevazione dei dati sulla base della metodologia comunitaria consolidata.

4.2 Monitoraggio del risparmio idrico

I sistemi agrivoltaici possono rappresentare importanti soluzioni per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica, in quanto il fabbisogno di acqua può essere talvolta ridotto per effetto del maggior ombreggiamento del suolo.

Gli utilizzi idrici a fini irrigui, rispetto all'attualità risulteranno alquanto ridotti:

- Gli erbai non necessitano di interventi irrigui; inoltre, l'ombreggiamento parziale comporta notevoli benefici: il raffrescamento al suolo evita la stasi vegetativa per sovratemperatura che si avrebbe con la piena insolazione nelle ore più calde, riducendo al contempo l'evapotraspirazione.
- Per l'olivo si interverrà solo con irrigazioni di soccorso, specialmente nel primo anno d'impianto.

Per monitorare l'uso di questa risorsa sarà redatta una relazione triennale da parte del proponente.

4.3 Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

L'importanza della "risorsa suolo" è stata sottolineata fin dal 1972 a Strasburgo dai membri del Consiglio d'Europa con la redazione della Carta Europea dei Suoli. Secondo tale documento il suolo rappresenta "uno dei beni più preziosi dell'umanità" in quanto substrato vivente e dinamico che permette l'esistenza della vita vegetale ed animale sulla Terra, risultando essenziale per la vita dell'uomo non solo come mezzo per produrre alimenti e materie prime, ma anche per il suo rilevante contributo nel regolare, assieme alla vegetazione ed al clima. L'uso agricolo dei suoli dovrebbe prevedere l'applicazione di metodi mirati a preservarne la qualità, la capacità di interagire con l'ecosistema per mantenere la produttività biologica, la qualità ambientale e promuovere la salute animale e vegetale. Tuttavia, l'attuale meccanizzazione delle lavorazioni e l'uso di fitofarmaci e fertilizzanti, pur permettendo di aumentare le rese, ha alterato l'equilibrio naturale dei suoli, alterandone la qualità e, quindi, anche la fertilità (Yang and Janssen, 1997).). I sistemi di coltivazione intensivi che prevedono, nella maggior parte dei casi, assenza di rotazioni, asportazione dei residui colturali senza reintegro della sostanza organica hanno provocato gravi danni alla qualità dei suoli. Una delle caratteristiche che contribuisce in larga misura a determinare la fertilità di un suolo e che, a sua volta, influenza numerose altre proprietà è la quantità di sostanza organica (Chen et al., 2006), che purtroppo, negli ultimi

decenni, si è quasi del tutto azzerati nei territori dell'Italia meridionale, con concreti rischi di desertificazione.

Il progetto prevede di coltivare tutto il terreno, all'interno dell'area d'impianto, sotto i pannelli fotovoltaici attraverso la realizzazione di un prato polifita permanente, di durata illimitata, che risulta ben adatto alle condizioni microclimatiche che si andranno a realizzare all'interno dell'impianto. Tale scelta ha indubbi vantaggi in termini di conservazione della qualità del suolo (accumulo di sostanza organica), incremento della biodiversità, favorendo lo sviluppo di organismi terricoli (biota), la diffusione e la protezione delle api selvatiche, il popolamento di predatori e antagonisti delle più comuni malattie fungine e parassitarie delle piante coltivate, e della fauna selvatica.

Il monitoraggio di tale aspetto sarà effettuato attraverso analisi del terreno da effettuare prima dell'impianto e, successivamente con cadenza quinquennale. I dati saranno riportati nella relazione di cui al precedente punto.

4.4 Monitoraggio del microclima

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: la sua presenza diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).

La transizione verso un'economia 4.0 è già una realtà per ambiti come l'agricoltura, e in tutte quelle attività dove la raccolta dei dati in tempo reale, il monitoraggio, la gestione da remoto dei dispositivi di controllo e sicurezza, la programmazione dei compiti sono elementi chiave per l'ottimizzazione delle prestazioni e il raggiungimento dei risultati.

Al fine di ottimizzare le operazioni agricole ed in stretta osservanza delle linee guida in materia di Agrovoltaiico con rif all'art 2 del decreto D.L. n° 199 del 2021 ed adottando quanto espresso dall' art 65 e D.L. 24 gennaio 2012 n 1 verrà inserita, per la gestione agronomica, la piattaforma IoT (AgriSense) con sensori agrometeorologici professionali, DSS (decision support system) e modelli previsionali per la difesa delle colture e il monitoraggio dell'irrigazione, vento e temperatura già adottata da centinaia d'aziende all'avanguardia in Italia ed all'estero. Il sistema avrà lo scopo di diminuire i

costi di produzione ed aumentare la rese delle produzioni agricole aziendali nel rispetto delle regole della sostenibilità ambientale, conoscere l'effettivo fabbisogno idrico e valutare le migliori strategie per il risparmio di acqua nell'irrigazione, fornire quindi un valido supporto agronomico per le decisioni tecnico-operative in linea, quindi, con la direttiva sul consumo responsabile delle risorse idriche.

L'impiego dei sensori meteo-climatici consente di ottenere in modo chiaro e semplice i dati di temperature ed evapotraspirazione (ETP) relativi alle colture e di ottenere quindi il fabbisogno idrico effettivamente necessario (litri per metro quadro, o millimetri di pioggia equivalenti).

Tali aspetti saranno monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.

Le sonde di umidità del suolo, adatte ad ogni tipo di terreno e posizionabili nei vari settori irrigui tramite unità wireless IoT a batteria, forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale. Il sistema è compatibile con i più avanzati DSS (Sistemi di Supporto alle Decisioni) per ottenere il giusto consiglio irriguo per ogni lotto produttivo. I dati sono inviati automaticamente al portale aziendale, accessibile da smartphone o PC, che presenta le informazioni in modo chiaro e comprensibile, gestisce i principali modelli agronomici e mantiene tutto lo storico delle rilevazioni in campo.



Figura 2

I risultati di tale monitoraggio saranno registrati tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

4.5 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

L'**impronta di carbonio**, cosiddetta carbon footprint, è una misura che esprime in termini di CO₂ equivalente il totale delle emissioni di gas a effetto serra associate direttamente o indirettamente a un prodotto, un'organizzazione o un servizio. Il **Protocollo di Kyoto** indica quali gas a effetto serra l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs). L'11,2% delle emissioni globali di gas serra antropogeniche (GHGe) è attribuito alle pratiche agricole ed è perciò necessario attuare strategie che ne consentano la riduzione.

L'**agricoltura** può assumere un ruolo negativo ma anche positivo sull'ecosistema, in ragione della sostenibilità nella gestione dei terreni. Vale a dire, laddove vengano adottate pratiche rispettose della biodiversità e delle funzioni ecologiche degli agroecosistemi. Riducendo altresì l'impiego di fitofarmaci e fertilizzanti di sintesi.

I **suoli** possono rappresentare una preziosa risorsa per mitigare il cambiamento climatico. Nella misura in cui essi costituiscano riserva di carbonio organico, sono infatti in grado di sequestrare i gas serra presenti in atmosfera. Diversi studi scientifici evidenziano che un incremento della sostanza organica nei suoli in misura dell'1% l'anno per almeno 50 anni comporterebbe, solo in Italia, un accumulo di quasi 50 milioni di tonnellate di CO₂. Pari al 10% circa delle emissioni nazionali di gas serra.

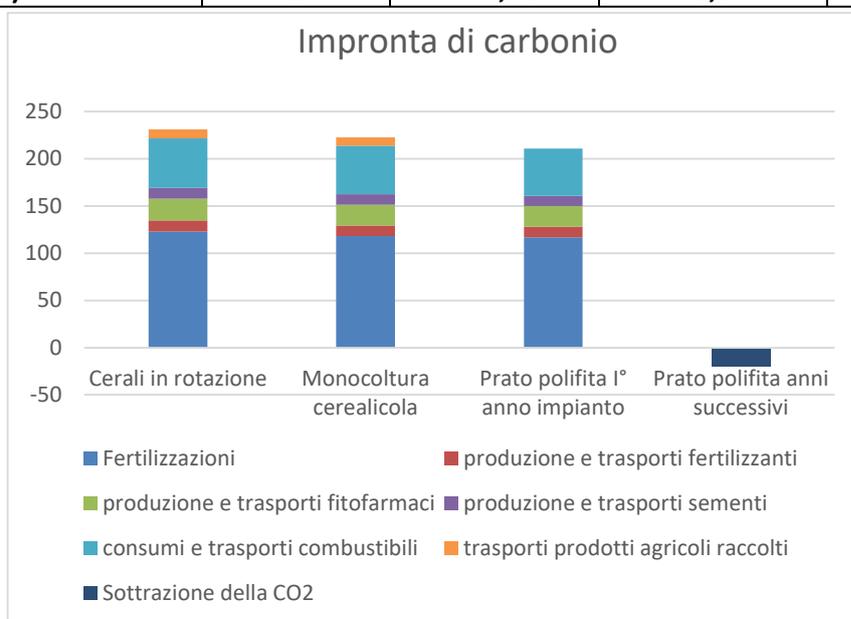
Agire con determinazione sulle tecniche agronomiche in questo comparto agricolo può dunque costituire un valido strumento per lenire gli effetti negativi dei cambiamenti climatici.

Per quanto attiene al Carbon Footprint nei sistemi cerealicoli la tecnica di coltivazione del frumento duro risulta la più impattante in termini di emissioni in gas serra. Ciò è in parte spiegato dal fatto che in tali sistemi per poter coltivare il frumento duro sono necessarie operazioni molto dispendiose come l'aratura, per ridurre il rischio di malattie fungine, o aumentare sensibilmente l'apporto artificiale di azoto, dal momento che i cereali in rotazione asportano forti quantità dell'elemento e lasciano residui colturali non facilmente degradabili dalla microflora del terreno. Per contro, per le colture foraggere o colture proteiche, il "costo ambientale" diminuisce sensibilmente. In questi casi l'azoto residuale delle colture della rotazione rende possibile una riduzione molto significativa degli apporti artificiali del nutriente ed è possibile realizzare tecniche di lavorazione del terreno di tipo conservativo: minimum tillage o semina diretta.

Nel caso in oggetto, la realizzazione del **parco agro-energetico** consentirà di ottenere un impatto positivo sull'ambiente.

Carbon Footprint (t CO₂/Ha)

	Cerali in rotazione	Monocoltura cerealicola	Prato polifita 1° anno impianto	Prato polifita anni successivi
Produzioni medie (Ton/Ha)	3,3	2,97	5	5
Fertilizzazioni	123,09	118,0575	116,9355	0
produzione e trasporti fertilizzanti	11,55	11,1375	10,9725	0
produzione e trasporti fitofarmaci	23,1	22,275	21,945	0
produzione e trasporti sementi	11,55	11,1375	10,9725	0
consumi e trasporti combustibili	52,47	51,2325	49,8465	0
trasporti prodotti agricoli raccolti	9,24	8,91		0
Sottrazione della CO ₂				-20
TOTALE (t CO₂/Ha)	231	222,75	210,672	-20



Dalla tabella e dal grafico precedenti si evince come al passaggio dalla situazione attuale, con la coltivazione di **cereali in rotazione**, alla situazione di progetto nel PLOT 2, con l'impianto di un prato permanente, che richiederà solo saltuarie operazioni colturali, si possa ottenere un notevole riduzione delle emissioni di CO₂ pari a:

$$57 \text{ Ha} \times 20 \text{ Ton/ha/CO}_2 = \mathbf{1.140 \text{ Ton/CO}_2} \text{ non emesse}$$

Come stabilito nella circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 recante " Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)", dovrà essere prevista una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ad alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e

implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell'Unione Europea. Dunque:

- in fase di progettazione: il progettista dovrebbe produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;
- In fase di monitoraggio il soggetto erogatore degli eventuali incentivi verificherà l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione di cui al punto precedente.

I dati così rilevati e archiviati saranno disponibili su dispositivi digitali e quindi facilmente reperibili e consultabili e verranno archiviati e organizzati in report mensili, inviati annualmente all'ARPA, ai Comuni interessati, nonché alle associazioni di categoria e a chiunque ne faccia richiesta.

5. PIANO DI MANUTENZIONE DELLE ATTIVITA' AGRICOLE

La realizzazione dell'**erbaio permanente** è la soluzione ecocompatibile ed economicamente sostenibile che consente di valorizzare al massimo le potenzialità agricole del parco fotovoltaico. Le finalità nonché gli obiettivi dell'attività pascoliva possono essere così elencate:

- Mantenimento e ricostituzione del prato stabile con incremento, negli anni, della sostanza organica;
- L'asportazione della massa vegetale attraverso lo sfalcio ha notevole efficacia in termini di *prevenzione degli incendi*;
- Valorizzazione economica attraverso una attività agricola, con il prodotto ottenuto da destinare agli allevamenti della zona.



Figura 1 - Erbaio permanente all'interno del parco fotovoltaico.

Bisogna considerare che al di là delle operazioni di semina e lavorazioni del terreno preliminari alla realizzazione dell'impianto, negli anni successivi gli interventi antropici saranno ridotti alla sola raccolta, poiché trattasi di prato poliennale.

Dal secondo anno sarà necessario effettuare delle rotture del cotico erboso per favorire la propagazione ed eventuali semine per colmare le fallanze. Al settimo anno si interverrà con una semina più cospicua in copertura per continuare a ripetere il ciclo colturale.

Relativamente all'**apicoltura** le attività necessarie comprendono:

- Gestione delle colonie: spostare o dividere le colonie di api;
- Ispezione degli alveari per individuare eventuali segni di malattie o parassiti;
- Trattamento anti varroa degli sciami (la varroa è un acaro parassita, che va controllato);
- Inserimento di nuovi nuclei d'ape in caso di indebolimento di una famiglia;
- Mantenimento dei corretti livelli di temperatura e umidità all'interno delle arnie;
- Somministrazione di sciroppo di zucchero alle api nutrici quando non hanno riserve di polline ma hanno bisogno di energia per l'allevamento della covata;
- Raccolta del miele: smielatura, centrifugazione, filtrazione, decantazione e infine invasettamento.

Nelle fasce perimetrali e sulle aree libere la scelta agronomica prevede la piantumazione di 1.000 unità complessive tra **olivo e rosmarino**.

Nonostante sia una pianta **molto resistente** l'olivo richiede alcuni interventi di tecnica colturale, che hanno un ruolo decisivo nell'assicurare un'adeguata produttività dell'oliveto. Queste accortezze consistono prevalentemente in una adeguata **gestione del suolo** con apporto di sostanze nutritive, nella potatura, quando necessario nell'irrigazione, e in un'adeguata difesa fitosanitaria. Le tecniche colturali devono garantire buone rese produttive, ma devono allo stesso tempo essere sostenibili dal punto di vista ambientale ed economico, garantendo un razionale utilizzo delle risorse.

Il lavoro nell'oliveto si concentra in particolare sulla gestione del terreno al meglio, evitando che si compatti. Nel caso specifico sarà effettuato **l'inerbimento controllato**. Il vantaggio principale di questa tecnica sta nel contenere i danni legati alle eccessive lavorazioni del terreno. Un manto erboso ben impostato può migliorare la struttura fisica del suolo, apportare sostanza organica, migliorare l'assetto glomerulare delle particelle del suolo, evitando appunto un eccessivo compattamento. Il terreno coperto permetterà di normalizzare i livelli di umidità, favorendo l'infiltrazione delle acque piovane e sfavorendo l'erosione del suolo. L'inerbimento è una tecnica utile anche a evitare uno sviluppo incontrollato delle infestanti, in quanto permette la copertura e l'ombreggiamento della superficie. Come tutte le piante perenni l'olivo sarà regolarmente concimato, in genere una volta all'anno con apporti di specifici fertilizzanti.

La potatura ha prima di tutto lo scopo di far raggiungere alla pianta una **forma** ottimale e di mantenerla nel tempo. Gli ulivi saranno allevati a vaso semplice nelle aree libere a spalliera.



Figura 2 – Olivo sulle fasce perimetrali

La potatura serve anche a **equilibrare la produzione**: interventi periodici di taglio servono a permettere circolazione d'aria e accesso dei raggi solari alla chioma, questo evita ristagni di umidità, che sono la principale causa di malattie nell'oliveto.

Le malattie dell'olivo sono numerose, tuttavia un ambiente dotato di una buona complessità biologica permetterà di ridurre al minimo gli interventi di difesa. Creare un ambiente equilibrato e ricco di biodiversità è il miglior metodo per prevenire problemi rilevanti.

Per il rosmarino s'interrà solo con leggeri interventi di potatura per eliminare i rami disseccati.

L'allevamento degli ovini avrà una gestione alquanto semplice. Gli animali saranno liberi di vagare all'interno dell'area d'impianto, dove sarà presente una tettoia di sosta e degli abbeveratoi, che saranno riforniti secondo necessità.

Infine, nell'area di rinaturalizzazione saranno effettuati nei primi 2 anni dall'impianto degli interventi irrigui di soccorso con autobotti e operazioni di trinciatura delle erbe infestanti.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attuale Strategia Energetica Nazionale consente l'installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta (o anche incrementata) la fertilità dei suoli utilizzati per l'installazione delle strutture consentendo di preservare la continuità delle attività di produzione agricola.

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico porterà ad una piena qualificazione dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, viabilità interna al fondo, sistemazioni idraulico-agrarie), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo.

Come in ogni programma di investimenti, in fase di progettazione vanno considerati tutti i possibili scenari, e il rapporto costi/benefici che potrebbe scaturire da ciascuna delle scelte che si vorrebbe compiere. L'appezzamento scelto, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potrà essere utilizzato senza particolari problemi a tale scopo, mantenendo l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che potrebbero anche migliorare, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame.

Nella scelta delle colture che è possibile praticare, si è avuta cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da ridurre il più possibile eventuali danni da ombreggiamento, impiegando sempre delle essenze comunemente adatte agli areali della provincia di Foggia ed in particolare nella zona.

Anche per la fascia piantumata perimetrale, prevista per la mitigazione visiva dell'area di installazione dell'impianto, si è optato per la scelta di piante che garantiscano, oltre che la protezione dell'impianto, anche la formazione di un area (perimetrale) sempre verde che richiami al naturale habitat della zona nel quale troverà le condizioni ideali per lo stazionamento e la riproduzione la popolazione faunistica sia migratoria che stanziale e, non meno importante, la possibilità di postare numerose arnie di api mellifere che contribuiranno ad aumentare la redditività della zona contribuendo alla salvaguardia della specie sempre più minacciata dal cambiamento dei fattori ambientali e dall'uso improprio di agrofarmaci.

Il progetto proposto soddisfa pienamente i requisiti per essere definito "AGRIVOLTAICO" garantendo totalmente l'interazione sostenibile tra produzione energetica e produzione agricola.