



REGIONE SICILIA

COMUNE DI ALCAMO

COMUNE DI MONREALE

PROGETTO:

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrovoltaico denominato "PV Alcamo - Monreale" di Pn pari a 40,20 MW e sistema di accumulo di capacità pari a 18MWh, da realizzarsi nei Comuni di Alcamo (TP) e Monreale (PA)

Progetto Definitivo

PROPONENTE:

DREN SOLARE 10 s.r.l.

SORESINA (CR)
VIA PIETRO TRIBOLDI 4 CAP 26015
P.IVA 01785310192



ELABORATO:

RELAZIONE AGRI-VOLTAICO

STUDI AMBIENTALI:



VAMIRGEOIND S.r.l.

PALERMO (PA)
VIA TEVERE 9 CAP 90144
PIVA 01698240197

VAMIRGEOIND
AMBIENTE GEOLOGIA E GEOPISICA s.r.l.
Direttore Tecnico
Dott. ssa MARINO MARIA ANTONIETTA

Scala:

Tavola:

R-210

Data:

19-10-2023

Rev. Data Revisione

00 19-10-2023

Descrizione

emissione

REGIONE SICILIA

COMUNI DI MONREALE (PA) E ALCAMO (TP)

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO E RELATIVE OPERE CONNESSE DENOMINATO ALCAMO-MONREALE

UTILIZZAZIONE AGRONOMICA DELLE AREE SOTTESE ALL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. QUADRO NORMATIVO	4
2.1. DIRETTIVA 2018/2001/UE 'RED II'	4
2.2. QUADRO 2030 PER IL CLIMA E L'ENERGIA	6
2.3. PIANO NAZIONALE INTEGRATO PER L'ENERGIA E IL CLIMA (DICEMBRE 2019).	7
2.4. PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)	10
3. L'AGROVOLTAICO	15
4. AREE AGRICOLE DI PROGETTO E SCELTA DELLE COLTURE DA IMPIANTARE	18
5. DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO IRRIGUO ANNUO	29
6. STIMA PREVISIONALE SULLA PRODUTTIVITÀ DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA IN PROGETTO	31
7. SINTESI INTEGRAZIONE ATTIVITA' DI PRODUZIONE DI ENERGIA - AGRICOLA	36
8. VERIFICA DEI REQUISITI PREVISTI DALLE LINEE GUIDA	38
9. CONCLUSIONI	49

1. PREMESSA

La presente relazione, redatta dal sottoscritto Dottore Agronomo Fabio Interrante, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Palermo al n.1555, ha lo scopo di predisporre la progettualità agronomica che consenta la messa in opera di coperture vegetali per l'ottenimento di produzioni agricole da realizzare all'interno di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, nello specifico con tecnologia fotovoltaica, nel territorio di Monreale (PA) e Alcamo (TP).

Il sistema integrato di produzione agricola ed industriale, più specificatamente detto agro-voltaico, si prefigge essenzialmente di soddisfare gli obiettivi sotto elencati:

- ⇒ contrastare la desertificazione;
- ⇒ contrastare la riduzione di superficie destinata all'agricoltura a scapito di impianti industriali, con conseguente abbandono del territorio agricolo da parte degli abitanti;
- ⇒ contrastare l'effetto lago, definito come effetto ottico che potrebbe confondere l'avifauna in cerca di specchi d'acqua per la sosta;
- ⇒ ridurre il consumo di acqua per l'irrigazione poiché grazie all'ombreggiamento delle strutture di moduli si riduce la traspirazione delle piante notevolmente;
- ⇒ ridurre l'impatto visivo degli impianti industriali per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e aumentarne la qualità paesaggistica.

La fase preliminare di studio ha previsto dei sopralluoghi in situ per valutare l'utilizzazione agronomica dei suoli del comprensorio ed il contesto

nel quale s’inseriscono, con lo scopo di avere un’opportuna base conoscitiva per:

- ❖ effettuare l’analisi dello stato attuale relativo alle caratteristiche delle colture presenti;
- ❖ valutare lo stato della vegetazione reale presente;
- ❖ valutare le dinamiche evolutive indotte dagli interventi progettuali.

L’obiettivo ultimo del presente elaborato tecnico è quello di fornire evidenze di natura tecnico-scientifica agronomica per una accurata determinazione dei possibili usi agronomici delle superfici sottese dagli impianti fotovoltaici.

2. QUADRO NORMATIVO

2.1. DIRETTIVA 2018/2001/UE ‘RED II’

La direttiva (UE) 2018/2001 (cd. RED II) sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (testo modificativo e di rifusione della pregressa Direttiva 2009/28/UE, cd. RED I) fa parte del pacchetto di interventi legislativi adottato in sede europea, il già menzionato Winter package o Clean energy package.

In questo quadro, il maggiore ricorso all'energia rinnovabile costituisce una parte integrante delle misure volte alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra nell'ambito degli impegni assunti con l'accordo di Parigi del 2015 sui cambiamenti climatici e delle politiche dell'energia e del clima al 2030.

Il Quadro regolatorio 2030 per il clima e l'energia è in via di aggiornamento con la revisione al rialzo degli obiettivi in materia di energie rinnovabili e di efficienza energetica ivi previsti. È infatti in corso di esame presso le istituzioni dell'Unione europea la proposta di regolamento per una "legge europea sul clima", presentata nell'ambito del Green Deal e volta a sancire l'obiettivo giuridicamente vincolante della neutralità climatica entro il 2050.

In avvio del semestre europeo 2021, nella Strategia annuale della Crescita sostenibile 2021 (Annual Growth Sustainable Strategy, di settembre 2021) sono stati inoltre lanciati dalla Commissione europea i principi fondamentali e prioritari per la redazione dei Piani nazionali per la ripresa e la resilienza: si tratta di programmi bandiera dell'Unione (Flagship programmes), che fissano degli obiettivi intermedi al 2025 tra cui:

- ✓ ‘Power up’ (premere sull'acceleratore), iniziativa faro che mira ad incrementare di 500 GW la produzione di energia rinnovabile entro

il 2030, e chiede agli Stati membri di realizzare quasi il 40 % di questo obiettivo entro il 2025. Coerentemente con la Strategia europea sull'idrogeno, si chiede di sostenere l'installazione di 6 GW di capacità di elettrolizzatori e la produzione e il trasporto di 1 milione di tonnellate di idrogeno rinnovabile in tutta l'UE entro il 2025.

- ✓ *Renovate*’ (ristrutturare) dove si chiede di migliorare l'efficienza energetica e delle risorse degli edifici pubblici e privati, con un raddoppio entro il 2025 del tasso di ristrutturazione e la promozione delle ristrutturazioni profonde.
- ✓ *Recharge and refuel*’ (ricaricare e rifornire) che ha come obiettivo, entro il 2025, di costruire 1 milione di punti di ricarica sui tre milioni necessari nel 2030 e metà delle 1.000 stazioni di idrogeno necessarie.

La Direttiva (UE) 2018/2001 dispone che gli Stati membri provvedano collettivamente a far sì che, nel 2030, la quota di energia da fonti rinnovabili nel consumo finale lordo di energia dell'Unione sia almeno pari al 32% e la quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti sia almeno pari al 14% del consumo finale in tale settore. Gli Stati membri devono, ciascuno, fissare i contributi nazionali per conseguire collettivamente l'obiettivo vincolante UE 2030 nell'ambito dei loro Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima (PNIEC).

Funzionali al raggiungimento degli obiettivi 2030, sono le norme, contenute nella Direttiva stessa, che forniscono agli Stati membri i principi e i criteri per disciplinare. La Direttiva fissa altresì criteri di sostenibilità e di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra per i biocarburanti, i bioliquidi e i combustibili da biomassa. Strumentale alla nuova disciplina è il quadro definitorio integrato, rispetto alla Direttiva 2009/28/UE, in base alle novità

introdotte tra cui la più dettagliata definizione di energia rinnovabile quale l'energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare (solare termico e fotovoltaico) e geotermica, energia dell'ambiente, energia mareomotrice, del moto ondoso e altre forme di energia marina, energia idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas.

2.2. QUADRO 2030 PER IL CLIMA E L'ENERGIA

Il Quadro 2030 per il clima e l'energia comprende traguardi e obiettivi strategici a livello dell'UE per il periodo dal 2021 al 2030. Nell'ambito del Green Deal europeo, nel settembre 2020 la Commissione ha proposto di elevare l'obiettivo della riduzione delle emissioni di gas serra per il 2030, compresi emissioni e assorbimenti, ad almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990.

Ha preso in considerazione tutte le azioni necessarie in tutti i settori, compresi un aumento dell'efficienza energetica e dell'energia da fonti rinnovabili, e avvierà il processo per formulare proposte legislative dettagliate al fine di mettere in atto e realizzare questa maggiore ambizione. Ciò consentirà all'UE di progredire verso un'economia climaticamente neutra e di rispettare gli impegni assunti nel quadro dell'Accordo di Parigi aggiornando il suo contributo determinato a livello nazionale.

Il livello di ambizione attuale del Quadro 2030 per il clima e l'energia prevede i seguenti Obiettivi chiave per il 2030:

- ❖ una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990)
- ❖ una quota almeno del 32% di energia rinnovabile
- ❖ un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica.

L'obiettivo della riduzione del 40% dei gas serra è attuato mediante il sistema di scambio di quote di emissione dell'UE, il regolamento sulla condivisione degli sforzi con gli obiettivi di riduzione delle emissioni degli Stati membri, e il regolamento sull'uso del suolo, il cambiamento di uso del suolo e la silvicoltura. In tal modo tutti i settori contribuiranno al conseguimento dell'obiettivo del 40% riducendo le emissioni e aumentando gli assorbimenti.

Tutti e tre gli atti legislativi riguardanti il clima verranno aggiornati allo scopo di mettere in atto la proposta di portare l'obiettivo della riduzione netta delle emissioni di gas serra ad almeno il 55%. La Commissione presenterà le proposte nel luglio 2021.

2.3. PIANO NAZIONALE INTEGRATO PER L'ENERGIA E IL CLIMA (DICEMBRE 2019)

Da tempo l'Italia persegue il più ampio ricorso a strumenti che migliorino insieme sicurezza energetica, tutela dell'ambiente e accessibilità dei costi dell'energia, contribuendo agli obiettivi europei in materia di energia e ambiente. L'Italia è ben consapevole dei potenziali benefici insiti nella vasta diffusione delle rinnovabili e dell'efficienza energetica, connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti, al miglioramento della sicurezza energetica e alle opportunità economiche e occupazionali per le famiglie e per il sistema produttivo, e intende proseguire con convinzione su tale strada, con un approccio che metta sempre più al centro il cittadino, anche nella veste di “*prosumer*” (in qualità di destinatario di beni e di servizi che non si limita al ruolo passivo di consumatore, ma partecipa attivamente alle diverse fasi del processo produttivo) e le imprese, in particolare medie e piccole.

Questa evoluzione sarà guidata dalla costante attenzione all'efficienza e sarà agevolata dalla riduzione dei costi di alcune tecnologie rinnovabili, tra le quali crescente importanza assumerà il fotovoltaico, in ragione della sua modularità e del fatto che utilizza una fonte ampiamente e diffusamente disponibile. L'Italia condivide pertanto l'orientamento comunitario teso a rafforzare l'impegno per la decarbonizzazione dell'economia e intende promuovere un Green New Deal, inteso come un patto verde con le imprese e i cittadini, che consideri l'ambiente come motore economico del Paese.

Lungo questo percorso strategico condiviso e consolidato si terranno in debita considerazione aspetti di sostenibilità economica e sociale, nonché di compatibilità con altri obiettivi di tutela ambientale. In aggiunta, si presterà la dovuta attenzione per assicurare la compatibilità tra gli obiettivi energetici e climatici e gli obiettivi di tutela del paesaggio, di qualità dell'aria e dei corpi idrici, di salvaguardia della biodiversità e di tutela del suolo. Gli interventi necessari per la crescente decarbonizzazione del sistema richiedono impianti e infrastrutture che possono avere impatti ambientali. Se, per un verso, alcuni di tali impatti possono essere attenuati - ad esempio promuovendo la diffusione del fotovoltaico su superfici già costruite o comunque non idonee ad altri usi - per altro verso la stabilità del sistema energetico richiede anche, almeno per il medio termine, una serie di infrastrutture fisiche per la cui realizzazione occorrerà promuovere forme di dialogo e condivisione con i territori per costruire i grandi impianti (aggiuntivi rispetto a quelli distribuiti, ma comunque necessari) e le altre infrastrutture fisiche, in modo da assicurare una ordinata e tempestiva realizzazione degli interventi, in coerenza con il percorso di raggiungimento degli obiettivi.

All'interno del Piano sono quindi contenuti, tra gli altri, gli obiettivi 2030 per l'Italia in materia di consumo di energie rinnovabili. Nel dettaglio, il PNIEC si prefigge:

- ❖ una percentuale di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia pari al 30%;
- ❖ una quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti del 22%, obiettivo più alto del target UE (14%). Si consideri che tale obiettivo consiste in un obbligo che gli Stati membri devono imporre in capo ai fornitori di carburante per assicurare che entro il 2030 la quota di energia da FER fornita sia almeno il 14 % del consumo finale di energia nel settore dei trasporti.

Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima intende concorrere a un'ampia trasformazione dell'economia, nella quale la decarbonizzazione, l'economia circolare, l'efficienza e l'uso razionale ed equo delle risorse naturali rappresentano insieme obiettivi e strumenti per un'economia più rispettosa delle persone e dell'ambiente, in un quadro di integrazione dei mercati energetici nazionale nel mercato unico e con adeguata attenzione all'accessibilità dei prezzi e alla sicurezza degli approvvigionamenti e delle forniture.

2.4. PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

Il 30 aprile 2021 il Governo italiano ha ufficialmente trasmesso il testo definitivo del PNRR alla Commissione europea. Il Piano delinea un “pacchetto completo e coerente di riforme e investimenti”, necessario ad accedere alle risorse finanziarie messe a disposizione dall'Unione europea con il Dispositivo per la ripresa e la resilienza (*Recovery and Resilience Facility* - RRF), perno della strategia di ripresa post-pandemica finanziata tramite il programma Next Generation EU (NGEU).

Le misure previste dal Piano si articolano intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo: digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica, inclusione sociale. Seguendo le linee guida elaborate dalla Commissione europea, inoltre, il Piano raggruppa i progetti di investimento e di riforma in 16 Componenti, raggruppate a loro volta in 6 Missioni:

1. Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo
2. Rivoluzione verde e transizione ecologica
3. Infrastrutture per una mobilità sostenibile
4. Istruzione e ricerca
5. Coesione e inclusione
6. Salute.

Il Governo richiede all'Unione europea il massimo delle risorse RRF disponibili per l'Italia, pari a 191,5 miliardi di euro, di cui 68,9 miliardi in sovvenzioni e 122,6 miliardi in prestiti. A tali risorse, si aggiungono circa 13 miliardi di euro del programma REAEN-EU e circa 30,62 miliardi di euro derivanti dal Piano nazionale per gli investimenti complementari finalizzato ad integrare con risorse nazionali gli interventi del PNRR. Con queste risorse, il Governo intende sia affrontare i problemi macroeconomici del

Paese, più volte evidenziati dall'Unione europea con l'analisi approfondita svolta dalla Commissione europea nell'ambito della Procedura sugli squilibri macroeconomici, sia rispondere alle Raccomandazioni specifiche per paese (*Country Specific Recommendations - CSR*) rivolte all'Italia dal Consiglio dell'Unione europea, in particolare, nel 2019 e nel 2020.

Il Piano affronta inoltre tutte le tematiche considerate di punta dalla Commissione europea in quanto sfide comuni a tutti gli Stati membri. Si tratta dei sette programmi di punta (“*Flagship programs*”) europei:

1. *Power up* (Accendere);
2. *Renovate* (Ristrutturare);
3. *Recharge and refuel* (Ricaricare e Ridare energia);
4. *Connect* (Connettere);
5. *Modernise* (Ammodernare);
6. *Scale-up* (Crescere);
7. *Reskill and upskill* (Dare nuove e più elevate competenze).

Il Piano prevede inoltre un pacchetto di riforme destinate, nelle intenzioni del Governo, a concorrere al conseguimento degli obiettivi generali del PNRR attraverso la riduzione degli oneri burocratici e la rimozione dei vincoli all'aumento della produttività.

Con il programma Next Generation EU il Governo vuole anche affrontare una serie di ritardi storici del Paese che riguardano le persone con disabilità, i giovani, le donne e il Sud. A tale fine, le 6 Missioni del PNRR condividono delle priorità trasversali relative alle pari opportunità generazionali, di genere e territoriali. L'impatto sul recupero del potenziale dei giovani, delle donne e dei territori rappresenteranno fondamentali criteri di valutazione delle misure adottate. Tali obiettivi corrispondono anche alle raccomandazioni specifiche del 2019 e del 2020.

Nel PNRR, i progetti d'investimento in materia di transizione energetica e fonti rinnovabili sono enunciati nella Missione 2. In particolare, nella Componente C1 "Economia circolare e agricoltura sostenibile", sono previsti investimenti sui 'parchi agricoli' (1,5 miliardi), e, nella Componente C2 "Energia rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità sostenibile", hanno sede la quasi totalità dei programmi di investimento e ricerca per le FER tra cui, oltre lo sviluppo della filiera dell'idrogeno, le reti e le infrastrutture di ricarica per la mobilità elettrica, è previsto il sostegno allo sviluppo dei 'sistemi agrivoltaici (M2-C2-1.1) (1,1 miliardi) attraverso l'installazione a regime di una capacità produttiva da impianti agro-voltaici pari a 1,04 GW, che produrrebbe circa 1.300 GWh annui, con riduzione delle emissioni di gas serra stimabile in circa 0,8 milioni di tonnellate di CO₂. La misura prevede:

- ❖ l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia senza compromissione dei terreni dedicati all'agricoltura, anche valorizzando i bacini idrici con soluzioni galleggianti;
- ❖ il monitoraggio delle realizzazioni e della loro efficacia, con la raccolta dei dati sia sugli impianti fotovoltaici sia su produzione e attività agricola sottostante. A tale fine, saranno concessi contributi a fondo perduto fino a 764 milioni di euro e prestiti agevolati fino a 336 milioni.

I costi di approvvigionamento energetico, ad oggi stimati pari a oltre il 20 per cento dei costi variabili delle aziende e con punte ancora più elevate per alcuni settori foraggeri e cerealicoli (30 per cento), verrebbero ridotti. L'investimento sarà attuato dal Ministero della Transizione Ecologica (MiTE), in stretto coordinamento con il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali (MiPAAF), attraverso procedure aperte. I destinatari sono: le imprese e le organizzazioni (cooperative, consorzi, ecc.) che intendono realizzare impianti fotovoltaici a carattere sperimentale, anche in

collaborazione con associazioni, enti pubblici e di ricerca. Inoltre, per questi interventi, si stimano 7.700 dipendenti

Come evidenzia il PNRR, i progetti in materia di energie rinnovabili, reti di trasmissione e distribuzione, filiera dell'idrogeno contribuiscono complessivamente alla creazione di occupazione, in particolare giovanile. In tale ambito, vengono comunque finanziati, con risorse ad hoc, progetti per le imprese start-up e venture capital attive nella transizione ecologica (M2-C2-5.4). Quanto alla coesione sociale e territoriale, in alcuni casi è indicato specificamente il riparto delle risorse con priorità per le aree del Sud, come per i progetti in materia di Rafforzamento smart grid (M2-C2-2.1), di Produzione di idrogeno in aree industriali dismesse (M2-C2-3.1) e degli IPCEI *Important Projects of Common European Interest* (M4-C2-2.1); mentre in altri casi, le finalità di coesione sociale trovano motivazione all'interno della descrizione dell'intervento, ovvero sono individuabili sulla base dell'ambito territoriale in cui si svilupperanno alcuni progetti: questo è il caso dei progetti in materia di Promozione delle fonti rinnovabili per le comunità energetiche e l'auto-consumo (M2-C2-1.2), tra le cui finalità rientra quella di sostenere le piccole realtà territoriali a rischio di spopolamento e gli interventi sulla resilienza climatica delle reti elettriche (M2-C2-2.2), nonché i progetti in materia di fotovoltaico ed eolico (M2-C2-5.1), nonché il progetto sull' utilizzo dell'idrogeno in settori hard-to-abate (M2-C2-3.2) che vede coinvolta l'industria siderurgica italiana.

Quali riforme di settore, connesse agli interventi, il Piano prospetta, in linea con la delega al Governo per il recepimento della Direttiva RED II:

- ❖ la semplificazione delle procedure di autorizzazione per gli impianti rinnovabili onshore e offshore, e l'adozione di un nuovo quadro giuridico per sostenere la produzione da fonti rinnovabili

- e la proroga dei tempi e dell'ammissibilità degli attuali regimi di sostegno (M2-C2-R.1.1);
- ❖ l'adozione di una nuova normativa per la promozione della produzione e del consumo di gas rinnovabile (biometano) (M2-C2-R.1.2)
 - ❖ la semplificazione amministrativa e la riduzione degli ostacoli normativi alla diffusione dell'idrogeno (M2-C3-R.3.1)
 - ❖ l'adozione di misure volte a promuovere la competitività dell'idrogeno (M2-C3-R.3) incidono sullo stesso ambito di intervento.

3. L'AGROVOLTAICO

L'attuale andamento socio-economico dei mercati a livello globale evidenzia che le risorse naturali vengono sfruttate in modo intensivo, provocando sconvolgimenti ambientali, per far fronte all'esigente richiesta dovuta al costante aumento della popolazione mondiale, del fabbisogno energetico e della produzione alimentare.

Diventa più che mai necessaria una crescita economica legata a uno sfruttamento sostenibile, razionale, cosciente, quanto più possibile ecologico, equo delle risorse disponibili, che oggi sembrano essere diventate minori.

La crescita economica sostenibile dovrebbe coinvolgere ed integrare tutte le realtà economiche tra le quali non possono che spiccare i settori agricolo ed energetico.

Siamo ben consapevoli dei potenziali benefici insiti nella vasta diffusione delle rinnovabili e dell'efficienza energetica, connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti, al miglioramento della sicurezza energetica e alle opportunità economiche e occupazionali.

In quest'ottica emerge uno strumento fondamentale che segna l'inizio di un importante cambiamento nella politica energetica ed ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione: secondo il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (Pniec), in Italia si dovrebbero installare oltre 50 GW di nuovi impianti fotovoltaici, con una media di circa 6 GW all'anno, obiettivi ben lungi dall'essere alla portata e, quindi, appare evidente quanto sia necessario trovare soluzioni che consentano di accelerare il passo.

In questo contesto, l'agro-voltaico potrebbe avere un ruolo risolutivo e di rilievo. Si tratta di un settore non nuovo ma ancora poco diffuso,

caratterizzato da un utilizzo “ibrido” di terreni tra produzioni agricole e produzione di energia elettrica.

L'agro-voltaico integra il fotovoltaico nell'attività agricola con installazioni solari che permettono al titolare dell'impresa di produrre energia e al contempo di perpetuare la coltivazione di colture agricole.

Si tratta di una forma di convivenza particolarmente interessante per la decarbonizzazione del sistema energetico ma anche per la sostenibilità del sistema agricolo e la redditività a lungo termine di piccole e medie aziende del settore.

In termini di opportunità, lo sviluppo dell'agrovoltaico consente il recupero di terreni non coltivati, agevola l'innovazione nei processi agricoli sui terreni in uso e contribuisce alla necessità di invertire il trend attuale, che vede la perdita di oltre 100.000 ha di superficie agricola all'anno a causa della crescente desertificazione.

Si tratta, quindi, di un sistema sinergico tra colture agricole e pannelli fotovoltaici, con le seguenti caratteristiche:

- ❖ riduzione dei consumi idrici grazie all'ombreggiamento dei moduli;
- ❖ minore degradazione dei suoli e conseguente miglioramento delle rese agricole;
- ❖ risoluzione del “conflitto” tra differenti usi dei terreni (coltivare o produrre energia);
- ❖ **possibilità di far pascolare il bestiame o far circolare i trattori sotto le fila di pannelli o tra le fila di pannelli, secondo le modalità di installazione con strutture orizzontali o verticali, avendo cura di mantenere un'adeguata distanza tra le fila e un'adeguata altezza dal livello del suolo.**

Diversi sono i vantaggi del creare nuove imprese agro-energetiche sviluppando in armonia impianti fotovoltaici nel contesto agricolo, ossia:

- ✓ innovazione dei processi agricoli rendendoli ecosostenibili e maggiormente competitivi;
- ✓ riduzione dell'evaporazione dei terreni e recupero delle acque meteoriche;
- ✓ protezione delle colture da eventi climatici estremi, ombreggiamento e protezione dalle intemperie;
- ✓ introduzione di comunità agro-energetiche per distribuire benefici economici ai cittadini e alle imprese del territorio;
- ✓ crescita occupazionale coniugando produzione di energia rinnovabile ad agricoltura e pastorizia;
- ✓ recupero di parte dei terreni agricoli abbandonati

Progettare un impianto agro-voltaico richiede competenze trasversali, dall'ingegneria all'agronomia. Non esiste uno standard di sviluppo ma ci sono diverse variabili che vanno analizzate:

- situazione locale;
- tipo di coltura;
- tipo di terreno;
- latitudine;
- conformazione del territorio;
- geologia;

Nella prima fase il progetto di un sistema agro-voltaico prende in considerazione la tipologia di impianto fotovoltaico, l'altezza, la tipologia di moduli, la distanza fra i moduli, la percentuale di ombreggiamento attesa, etc. Nella seconda fase occorre studiare il grado di ombreggiamento nei vari mesi dell'anno.

4. AREE AGRICOLE DI PROGETTO E SCELTA DELLE COLTURE DA IMPIANTARE

Tutte le colture arboree, erbacee ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti.

Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto fotovoltaico si avvicinano, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare sulla fila e tra le file di un moderno arboreto.

Il sistema agro-voltaico è presente già da un paio di decenni sul panorama mondiale ma quasi esclusivamente nella sua variante con moduli molto distanti dal suolo, in modo da permettere il passaggio dei mezzi agricoli sotto le strutture che ospitano i moduli stessi, variante che presenta elevati costi di costruzione per le strutture metalliche e di manutenzione dell'impianto di produzione di energia elettrica.

L'area coltivabile anche con l'uso di mezzi gommati (si veda sezione sotto), consiste nell'area sottostante l'impianto compresa tra le stringhe di moduli fotovoltaici.

Negli impianti fotovoltaici tradizionali le aree non destinate ai moduli, aree tra le stringhe e aree marginali, sono spesso coperte con materiale lapideo di cava, al fine di inibire la crescita delle erbe infestanti, o talvolta lasciate incolte e periodicamente pulite con decespugliatore o trincia-sarmenti, escludendo in ogni caso la coltivazione ai fini agronomici e a scopo commerciale.

In questo progetto si è invece deciso di utilizzare a fini agricoli tutto il terreno disponibile (in disponibilità al committente) realizzando un piano di rotazione colturale che in coerenza alle normative in materia di greening e buone pratiche agricole consenta di realizzare produzioni orticole e prati

stabili ad elevata valenza ambientale costituiti da un mix di specie da affiancare a quelle spontanee presenti per favorire processi di rinaturalizzazione delle superfici ottenendo nello stesso tempo produzioni agricole.

Infatti per ogni campo è previsto un piano di rotazione colturale che vede l'avvicinarsi sulle medesime superfici colture ortive a pieno campo (carciofo, pomodoro, melone) ed erbai mediante la semina di un mix di specie miglioratrici quali le leguminose da granella e da foraggio (Sulla, Veccia, Trifoglio), produttrici di ottimo fieno e ad alto potere florigeno (servizi ecosistemici all'entomofauna), nonché capaci di fissare al suolo l'azoto atmosferico con conseguente arricchimento dei suoli di questo importante macroelemento.



Fig. 1 Inquadramento GIS impianto Alcamo-Monreale.

A seguito di un'attenta analisi delle condizioni climatiche e pedologiche del sito e di una approfondita ricerca di mercato indirizzata ad individuare quali colture mediamente redditizie diano un positivo apporto economico al bilancio dei costi e benefici dell'investimento complessivo si è determinato il piano di gestione colturale delle superfici sottese dall'impianto agrovoltaico per il quale si prevede la coltivazione di ortive a pieno campo e erbai di leguminose.

Le superfici oggetto di studio (considerando come tale tutte l'area in disponibilità del proponente) sono state suddivise in sottocampi, nello specifico:

⇒ **Campo Alcamo 1:** Comune di Alcamo foglio di mappa 119 particelle 1, 34, 36, 69, 77 e 138; foglio di mappa 107 particelle 163, 166 e 232.

❖ Superfici agricole estese complessivamente circa ha 24,00

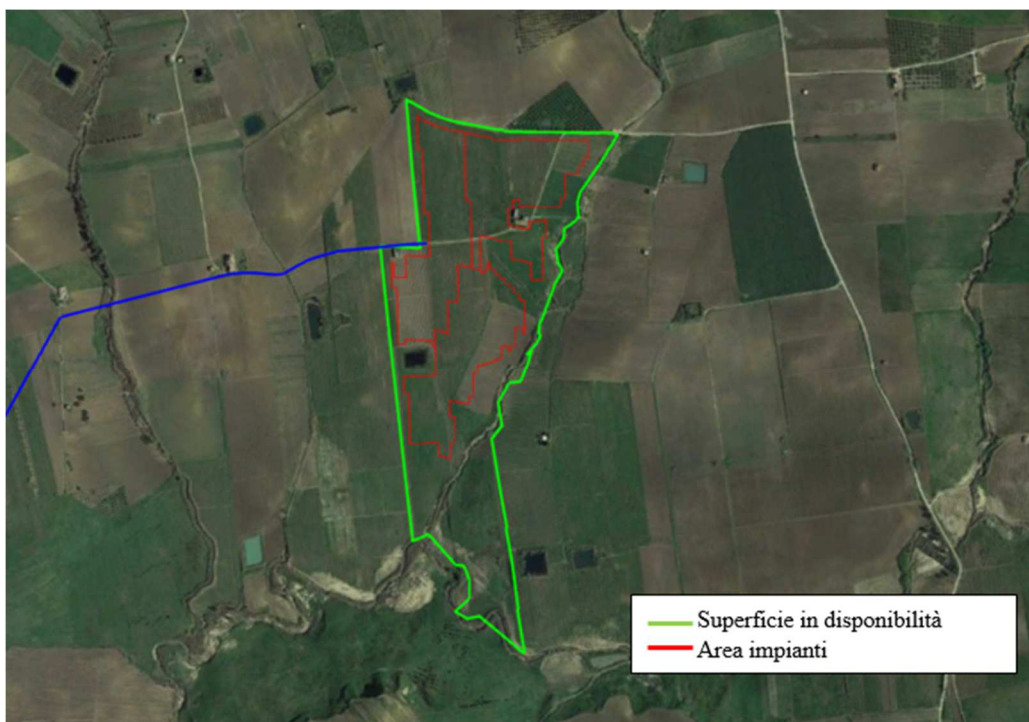


Fig. 2 Campo Agro-voltaico Alcamo 1

- ⇒ **Campo Monreale 1:** Comune di Monreale foglio di mappa 141
particelle 3, 4, 5, 89, 92, 99, 100, 101, 102, 110, 111, 106, 147, 156,
157, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 183, 186, 188, 194, 195, 196,
215, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 284, 285, 286, 823;
❖ Superfici agricole estese complessivamente circa ha 45,08

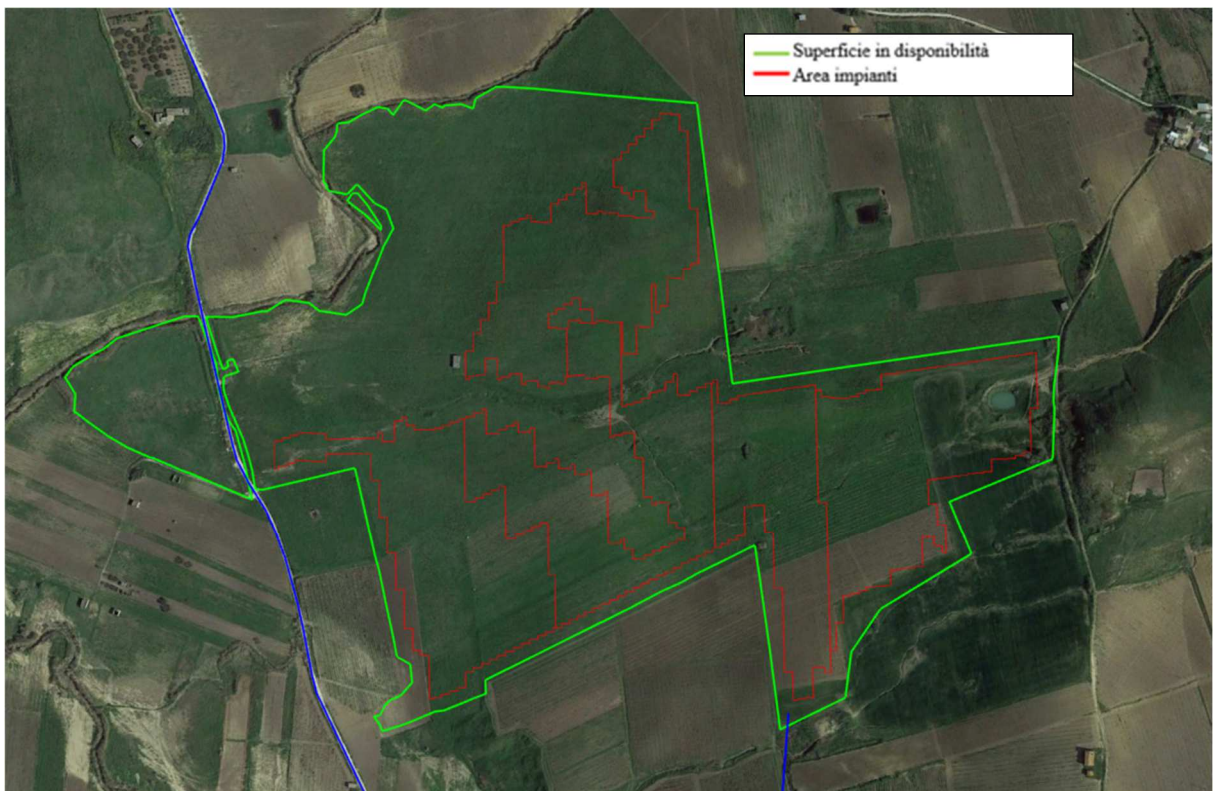


Fig. 3 Campo Monreale 1

⇒ **Campo Monreale 2:** Comune di Monreale foglio di mappa 141
particelle 104, 294 e 295

❖ Superfici agricole estese complessivamente circa ha 2,7

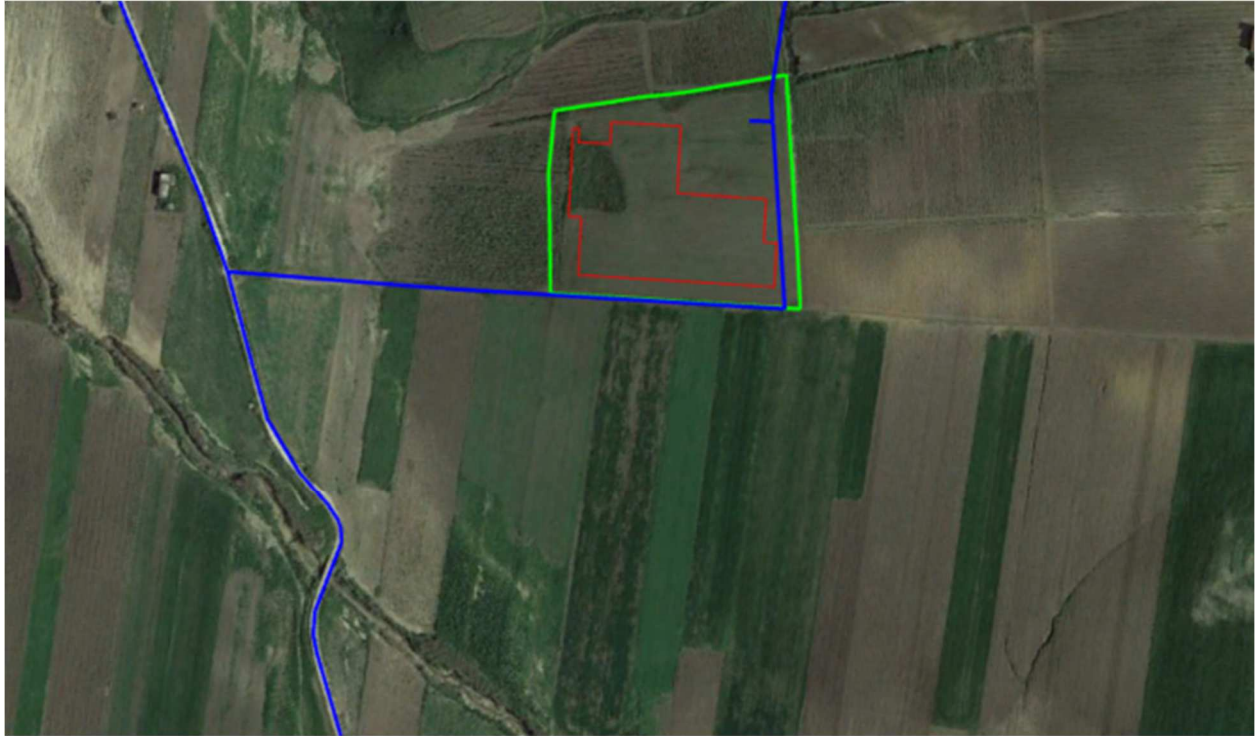


Fig. 4 Campo Monreale 2

- ⇒ **Campo Monreale 3:** Comune di Monreale foglio di mappa 140
particelle 4, 17, 106, 110, 111, 135, 223, 230, 253, 254, 292, 293,
294, 295, 296, 297, 314, 439, 388, 437, 438, 439, 440, 441, 443, 444,
445, 446, 586, 587, 588, 644
- ❖ Superfici agricole estese complessivamente circa ha 8,00



Fig. 5 Campo Monreale 3

Determinato un indirizzo tecnico agronomico, si è determinata la seguente scelta colturale, che prevede la coltivazione di ortive a pieno campo ed in irriguo vista la presenza di laghetti collinari attivi (Campi Alcamo 1 e Monreale 1) come:

- Pomodoro “*Lycopersicon esculentum Mill*”
- Melone “*Cucumis melo*”

- Zucca “*Cucurbita maxima*”
- Carciofo “*Cynara cardunculus var. scolymus*”

e la semina di specie palatabili quali leguminose da foraggio:

- ✓ Sulla “*Hedysarum coronarium L*”
- ✓ Erba medica “*Medicago sativa L.*”
- ✓ Veccia “*Vicia sativa L.*”

Le specie erbacee (leguminose da foraggio) sopra elencate verranno seminate in miscuglio per la produzione di erbai destinati alla produzione di fieno, garantendo un alto indice di copertura del suolo.

Le superfici agricole post impianto occuperanno una superficie complessiva di 73,15 sulla quale si prevede di mettere in atto un piano di rotazione colturale che prevede la coltivazione in avvicendamento di:

- ha 5,00 di Pomodoro “*Lycopersicon esculentum Mill*”;
- ha 5,00 Melone “*Cucumis melo*”;
- ha 5,00 Zucca “*Cucurbita maxima*”;
- ha 5,00 Carciofo “*Cynara cardunculus var. scolymus*”;
- ha 45,87 di seminativi (erbai di leguminose);
- Ha 7,28 di fascia di mitigazione.

Tale gestione agronomica dei suoli oltre all'ottenimento di produzioni agricole (ortive e fieno) consente di raggiungere un elevato grado di biodiversità e garantisce un elevato grado compatibilità ambientale, offrendo servizi ecosistemici anche all'entomofauna utile (Api), costituendo in diversi periodi dell'anno pascoli apistici.

Le colture sopra elencate consentono di effettuare una opportuna rotazione colturale aderente ai regolamenti comunitari in materia di condizionalità delle produzioni agricole, greening ed eco schemi (mantenimento prati).

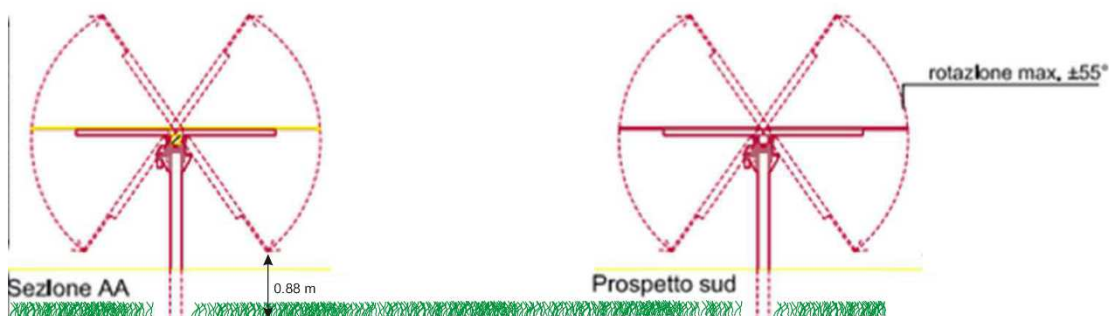


Fig. 6 Schema coltivazione agro-fotovoltaico con leguminose

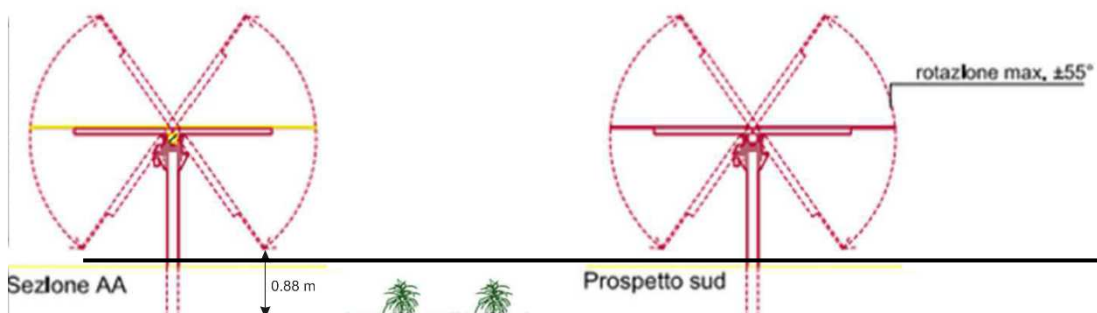


Fig. 7 Schema coltivazione agro-fotovoltaico con ortive

Anche la scelta delle colture arboree da impiantare sulle fasce perimetrali con larghezza di mt 10 è stata effettuata tenendo conto della fascia bioclimatica e delle colture arboree tipiche del paesaggio dell'entroterra e della bassa collina siciliana come:

- Mandorlo;
- Carrubo;
- Mirto.

Le specie arboree sopra descritte andranno a costituire una fascia di mitigazione arborea produttiva in quanto la produzione di mandorle e carrube verrà anch'essa destinata alla vendita

Tenuto conto di quanto sopra esposto possiamo affermare che la superficie in disponibilità al committente e destinata ad usi agricoli subirà modestissime variazioni di superficie anche nella fase post installazione degli impianti computabile all'ingombro di cabine e sistemi di supporto (pali) dei traker e viabilità interna pari ad ha 4,02 corrispondente al 5,04% della superficie in disponibilità ha 79,78.

La coltivazione di erbai di leguminose riguarderà tutta la superficie disponibile potendo prevedere raccolte e sfalci diversificati nel tempo e nello spazio.

Caratteristiche Tecniche Fascia Perimetrale

La fascia perimetrale di larghezza 10 mt dei sottocampi sopraccitati copre un'area di ha 7,28 verrà impiantata con le colture arboree in parte già presenti all'interno del campo secondo un sesto d'impianto variabile su file sfalsate con distanze di mt 5 metri sulla fila e 5metri tra le file di n 2912 piante di:

- Carrubo “*Ceratonia siliqua L.*” numero piante 1000
- Mirto “*Myrtus communis.*” numero piante 912;
- Mandorlo “*Prunus dulcis*” numero piante 1000

alle quali si alterneranno specie arbustive quali:

- Salvia “*Salvia officinalis*” numero piante 400
- Alloro “*Laurus nobilis*” numero piante 500
- Rosmarino “*Salvia rosmarinus Schleid.*”, numero piante 500

realizzando una consociazione con un elevato grado di variabilità, con lo scopo di incrementare la biodiversità e favorire l'alimentazione delle api proponendo fioriture costanti di specie arboree, arbustive ed erbacee diverse in periodi diversi.

SCHEMA D'IMPIANTO FASCIA PERIMETRALE

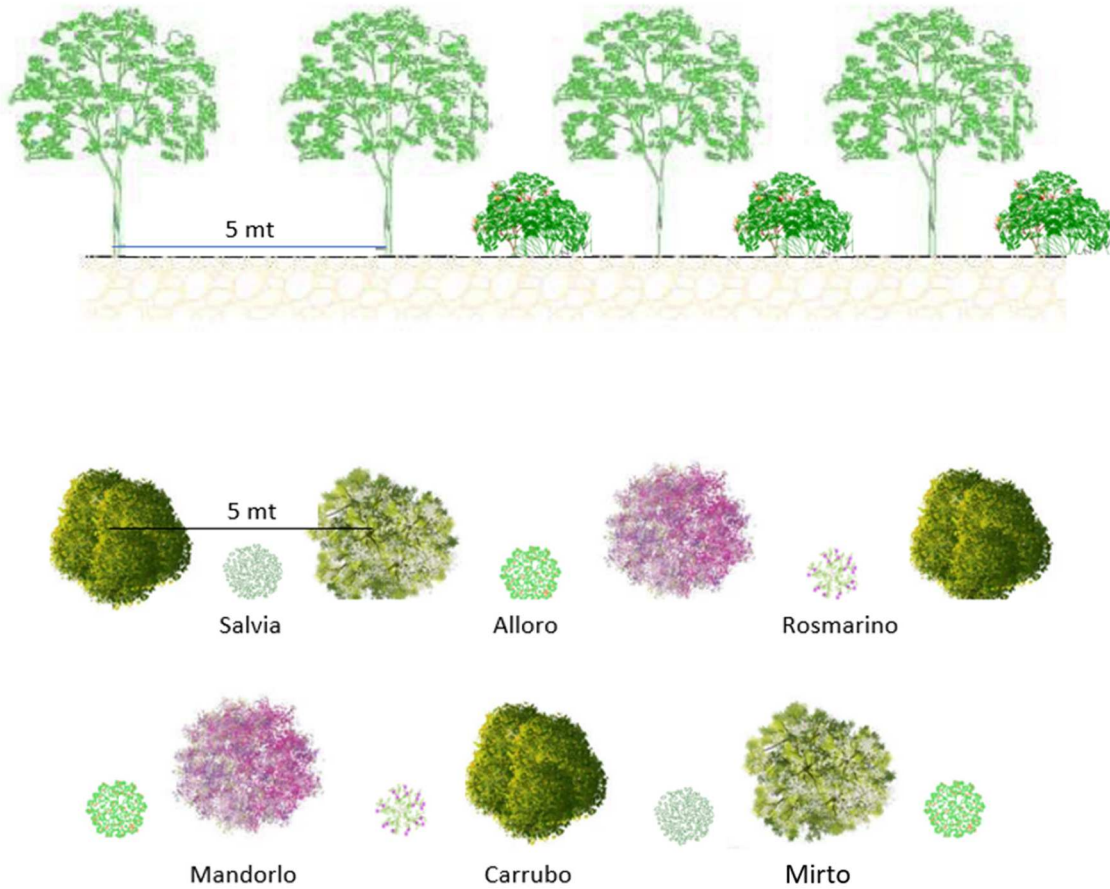


Fig.8 - 9 Schema impianto fascia perimetrale

La consociazione di specie arboree e arbustive consente di ottenere fasce vegetali schermate con un alto grado copertura del suolo, costituendo a maturità una fascia verde continua capace di schermare completamente l'impatto visivo di impianti o manufatti.

Di seguito di riporta il volume potenziale di copertura delle specie vegetali scelte per la costituzione della fascia verde di mitigazione a maturità:

- ❖ **CARRURO** “*Ceratonia siliqua*” altezza 4 mt, diametro 4 mt
- ❖ **MIRTO** “*Mirtus communis*” altezza 4 mt, diametro 4 mt
- ❖ **MANDORLO** “*Prunus dulcis*” altezza 4 mt, diametro 3 mt
- ❖ **ROSMARINO** “*Salvia rosmarinus*” altezza 1,5 mt, diametro di 3,0 mt
- ❖ **ALLORO** “*Laurus nobilis*” altezza 2 mt, diametro 2 mt
- ❖ **SALVIA** “*Salvia officinalis*” altezza 0,7 mt, diametro 1,5 mt

La scelta tecnica, di effettuare un impianto di coltivazioni arboree con sesto ristretto di mt. 5 x mt. 5 su file sfalsate è dettata dall'esigenza di ottenere nel più breve tempo possibile una fascia verde uniforme.

A maturità infatti dovranno essere previsti diradamenti o potature di riforma in modo da mantenere nel tempo un adeguata schermatura degli impianti mantenendo elevato il grado di biodiversità.

Le coltivazioni arboree e arbustive sopra indicate verranno opportunamente gestite con potature di formazione nei primi anni successivi all'impianto e con potature di gestione dopo, allo scopo di mantenere la fascia di mitigazione produttiva e il più possibile accessibile alla fauna limitando al minimo il rischio di incendi.

5. DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO IRRIGUO ANNUO

La gestione agronomica delle superfici sottese dagli impianti fotovoltaici definiti nel complesso Alcamo-Monreale, come descritto nei precedenti paragrafi, riguarderà complessivamente la coltivazione di erbai e specie arboree (Carrubo, Mirto, Mandorlo,) tipiche del territorio e dell'ambiente mediterraneo:

Di seguito si riporta il fabbisogno irriguo stimato m³/ha per coltura:

⇒ **Pomodoro** “*Lycopersicon esculentum Mill*”, richiede un elevato apporto complessivo di acqua che varia tra i 4 ed i 5 mila metri cubi per ettaro in funzione dell'andamento climatico stagionale e degli obiettivi produttivi aziendali.

In molti casi è praticata la pacciamatura con film plastici neri: in genere è associata ad un tipo d'impianto a file binate e all'irrigazione “a goccia”. L'ala gocciolante è posta al centro della bina, al di sotto del film pacciamante. Gli elevati costi sono compensati da notevoli vantaggi sia agronomici sia qualitativi (pulizia del prodotto).

⇒ **Melone** “*Cucumis melo*”, richiede un elevato apporto complessivo di acqua che varia tra i 5 ed i 6 mila metri cubi per ettaro in funzione dell'andamento climatico stagionale e degli obiettivi produttivi aziendali.

⇒ **Zucca** “*Cucurbita maxima*” richiede un elevato apporto complessivo di acqua che varia tra i 4 ed i 5 mila metri cubi per ettaro in funzione dell'andamento climatico stagionale e degli obiettivi produttivi aziendali.

- ⇒ **Carciofo** “*Cynara cardunculus var. scolymus*”, richiede un modesto apporto complessivo di acqua che varia tra i 2 ed i 3 mila metri cubi per ettaro in quanto l'irrigazione viene effettuata solo nei mesi estivi agosto e settembre per completare poi il suo ciclo produttivo in autunno senza alcun apporto irriguo.
- ⇒ **Erbai da foraggio** (Sulla, Erba medica, Veccia), per complessivi ha 45,87, considerato la capacità di adattamento delle specie indicate a condizioni di estrema siccità ed al loro ciclo biologico che manifesta il loro massimo fabbisogno irriguo nel periodo in cui le precipitazioni in ambiente mediterraneo sono frequenti (gennaio/febbraio), non necessitano di alcun apporto irriguo per completare il suo ciclo colturale, 0 m³/ha;
- ⇒ **Fascia perimetrale** ha 7,28 costituita da Carrubo, Mandorlo, Mirto, Alloro, Salvia e Rosmarino, piante acclimatate e storicamente presenti nell'areale oggetto di studio, per il quale non è necessaria alcuna irrigazione.

6. STIMA PREVISIONALE SULLA PRODUTTIVITÀ DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA IN PROGETTO

Nel presente paragrafo, viene fatta una valutazione economica previsionale dell'attività agronomica in progetto sulla base della sua capacità produttiva potenziale.

Di seguito si procede ad una stima previsionale della produttività delle attività agricole e zootecniche previste, che sulla base di quanto sopra esposto sono certamente a vantaggio della biodiversità.

La gestione agronomica delle superfici sottese dall'impianto fotovoltaico definito nel complesso Alcamo-Monreale come descritto nei precedenti paragrafi riguarderà complessivamente la coltivazione turnata di:

- ✓ ha 5,00 di Pomodoro “Lycopersicon esculentum Mill”;
- ✓ ha 5,00 Melone “Cucumis melo”;
- ✓ ha 5,00 Zucca “Cucurbita maxima”;
- ✓ ha 5,00 Carciofo “Cynara cardunculus var. scolymus”;
- ✓ ha 45,87 di seminativi (erbai di leguminose);
- ✓ Ha 7,28 di fascia di mitigazione.

Stima Economica previsionale coltivazione Pomodoro

Per quanto riguarda il rendimento economico dei 5,00 ha ciclicamente coltivati a pomodoro con metodo di coltivazione del tipo intercalare in modo da avviare un opportuno avvicendamento colturale tra le superfici. Considerato la storica coltivazione nel territorio di pomodoro da mensa costoluto (Corleonese), si prendono come riferimento i dati di produzione medi presenti in letteratura

- ❖ Stima produttività d: $20 \text{ ton/ha} \times 5,00 \text{ ha} = 160 \text{ ton}$

- ❖ Valore economico medio della produzione lorda vendibile 800,00 €/ton (fonte ISMEA prezzi mensili al 06/2023)
- ❖ Ricavi 160,00 €/ton x 800,00 ton = 128.000,00 €.
- ❖ I costi si calcolano nell'ordine di 17.000,00 €/ha/anno, ripartiti in costi per la preparazione del letto di semina, acquisto materiale di propagazione, impianto di irrigazione manodopera, concimazioni e trattamenti fitosanitari per un totale di 75.000,00 €.

Da queste considerazioni si può determinare in via previsionale il Reddito Netto proveniente dalla vendita di fieno, come di seguito specificato:

$$R_n = PLV - Spese = 128.000,00 \text{ €} - 85.000,00 \text{ €} = 43.000,00$$

Stima Economica previsionale coltivazione Melone

Per quanto riguarda il rendimento economico dei 5,00 ha ciclicamente coltivati a melone con metodo di coltivazione del tipo intercalare in modo da avviare un opportuno avvicendamento colturale tra le superfici. Considerato la storica coltivazione nel territorio del melone giallo o invernale, si prendono come riferimento i dati di produzione medi presenti in letteratura e pari ad 35 tonnellate/ha

- ❖ Stima produttività d: 35 ton/Ha x 5,00 ha = 175 ton
- ❖ Valore economico medio della produzione lorda vendibile 900,00 €/ton (fonte ISMEA prezzi mensili al 06/2023)
- ❖ Ricavi 900,00 €/ton x 175,00 ton = 157.500,00 €.
- ❖ I costi si calcolano nell'ordine di 21.000,00 €/ha/anno, ripartiti in costi per la preparazione del letto di semina, acquisto materiale di propagazione, impianto di irrigazione manodopera, concimazioni e trattamenti fitosanitari per un totale di 105.000,00 €.

Da queste considerazioni si può determinare in via previsionale il Reddito Netto proveniente dalla vendita di fieno, come di seguito specificato:

$$R_n = PLV - Spese = 157.500,00 \text{ €} - 105.000,00 \text{ €} = 57.500,00$$

Stima Economica previsionale coltivazione Zucca

Per quanto riguarda il rendimento economico dei 5,00 ha ciclicamente coltivati a zucca con metodo di coltivazione del tipo intercalare in modo da avviare un opportuno avvicendamento colturale tra le superfici, considerato una produzione media in Sicilia di 400 q.li/ha abbiamo:

- ❖ Stima produttività d: 40 ton/Ha x 5,00 ha = 200 ton
- ❖ Valore economico medio della produzione lorda vendibile 750,00 €/ton (fonte ISMEA prezzi mensili al 06/2023)
- ❖ Ricavi 750,00 €/ton x 200,00 ton = 150.000,00 €.
- ❖ I costi si calcolano nell'ordine di 18.000,00 €/ha/anno, ripartiti in costi per la preparazione del letto di semina, acquisto materiale di propagazione, impianto di irrigazione manodopera, concimazioni e trattamenti fitosanitari per un totale di 90.000,00 €.

Da queste considerazioni si può determinare in via previsionale il Reddito Netto proveniente dalla vendita di fieno, come di seguito specificato:

$$R_n = PLV - Spese = 150.000,00 \text{ €} - 90.000,00 \text{ €} = 60.000,00$$

Stima Economica previsionale coltivazione Carciofo

Per quanto riguarda il rendimento economico dei 5,0 ha coltivati a carciofo, considerato che il numero dei capolini per pianta oscilla da 4-5 a 14-15, nel complesso una carciofaia produce 50-100 mila capolini ad ettaro, pari ad una produzione in peso di 60-120 quintali ad ettaro.

Considerato che come pubblicato dall'Istituto Sperimentale per il Mercato Agricoli (ISMEA) il prezzo medio all'origine di un capolino per il mese di maggio 2023 è stato di 0,4 €/capolino considerando una produzione media di 70000 capolini/ha abbiamo:

- ❖ Stima produttività di fieno di Sulla: 70000 capolini/Ha x 5,00 ha = 350.000,00 capolini.
- ❖ Valore economico medio della produzione lorda vendibile: 0,40 €/capolino x 350.000,00 ton = 140.000,00 €.

I costi si calcolano nell'ordine di 19.000,00 €/ha/anno per un totale di 95.000,00 €.

Da queste considerazioni si può determinare in via previsionale il Reddito Netto proveniente dalla vendita di fieno, come di seguito specificato:

$$R_n = PLV - Spese = 140.000,00 \text{ €} - 95.000,00 \text{ €} = 45.000,00$$

Stima Economica previsionale coltivazione Erbaio da foraggio
(Sulla, Erba medica, Veccia)

Per quanto riguarda il rendimento economico dei 45,87 ha coltivati a prato polifita a prevalenza di leguminose (Sulla, Erba medica, Veccia ecc), con metodo di coltivazione del tipo intercalare in modo da avviare un opportuno avvicendamento colturale tra le superfici, considerato che le produzioni di fieno da erbaio anche al variare della specie assumono produzioni e prezzi pressoché costanti e equivalenti, per semplicità di esposizione si prende a riferimento la coltivazione di Sulla.

- ❖ Stima produttività di fieno di Sulla: 10 ton/Ha x 45,87 ha = 458,7 ton
- ❖ Valore economico medio della produzione lorda vendibile 280 €/ton
- ❖ Ricavi 280,00 €/ton x 458,7 ton = 128.184,00 €.

- ❖ I costi si calcolano nell'ordine di 1.200,00 €/ha/anno per un totale di 55.044,00 €.

Da queste considerazioni si può determinare in via previsionale il Reddito Netto proveniente dalla vendita di fieno, come di seguito specificato:

$$R_n = PLV - Spese = 128.184,00 \text{ €} - 55.044,00 \text{ €} = 73.140,00$$

È bene ricordare che tale indirizzo tecnico consente di produrre reddito, ma anche e soprattutto offrire importanti servizi ecosistemici ai suoli che attualmente si presentano degradati e poveri di biodiversità.

La coltivazione di erbai di leguminose consente di migliorare le caratteristiche fisiche dei terreni, fissare al suolo l'azoto atmosferico, costituire erbai con completa copertura del suolo (minore rischio erosivo), favorire la presenza di specie palatabili per la fauna erbivora e fioriture per l'entomofauna.

7. SINTESI INTEGRAZIONE ATTIVITA' DI PRODUZIONE DI ENERGIA - AGRICOLA

Impianto fotovoltaico

La produzione di energia avviene per tramite di effetto solare fotovoltaico, grazie a moduli fotovoltaici installati su inseguitori solari a singolo asse di rotazione, che inseguono in sole su asse NORD-SUD.

Superficie totale ingombro impianto agrivoltaico - Spv

In progetto si prevede l'installazione di n. 69.216 moduli fotovoltaici del tipo Longi LR5-72HGD - 590 Wp o simili, di dimensione pari a 2,278 m di lunghezza e 1,134 m di larghezza, per un totale di 2,5832 m² di superficie per singolo modulo.

Di seguito dettaglio del modulo fotovoltaico.

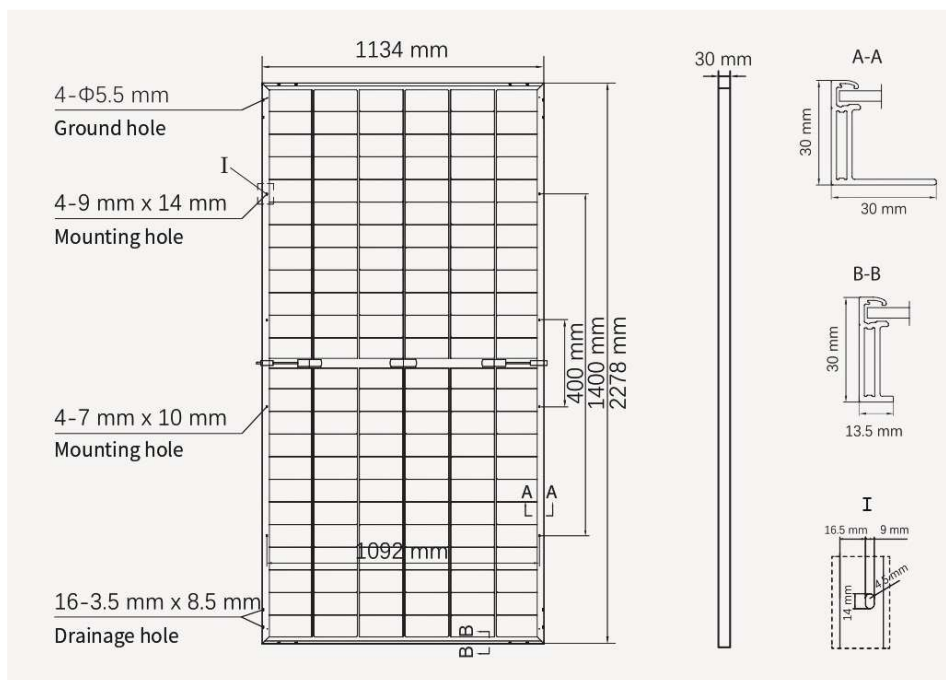


Figura 10- Modulo Fotovoltaico

I moduli fotovoltaici sono suddivisi tra:

- ❖ n. 533 inseguitori solari a singolo asse di rotazione da 112 moduli cadauno
- ❖ n. 62 inseguitori solari a singolo asse di rotazione da 84 moduli cadauno
- ❖ n. 77 inseguitori solari a singolo asse di rotazione da 56 moduli cadauno

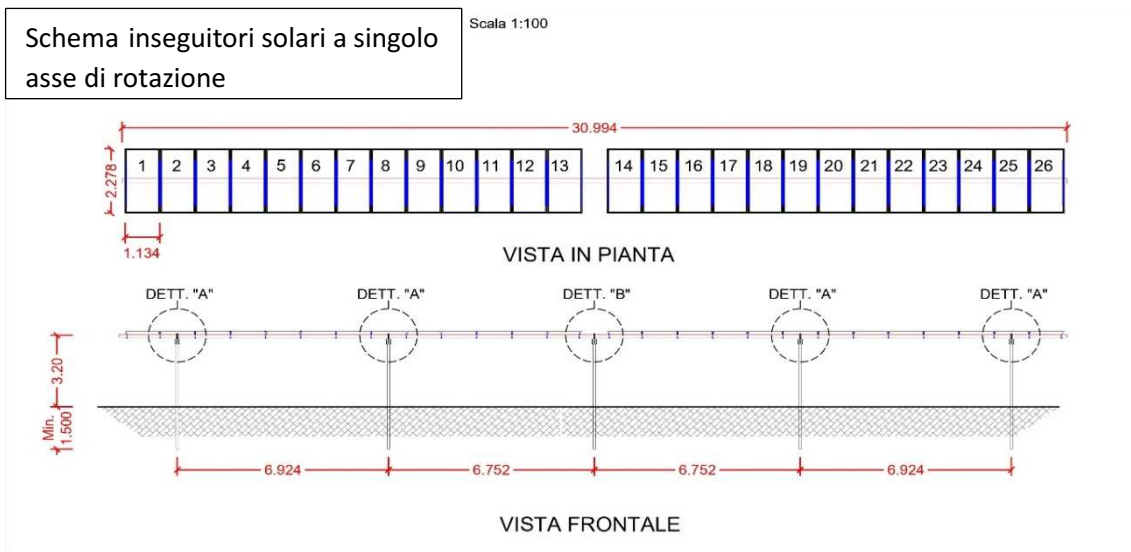


Figura 10bis - Inseguitore solare a singolo asse

8. VERIFICA DEI REQUISITI PREVISTI DALLE LINEE GUIDA

REQUISITO “A.1 SUPERFICIE MINIMA PER L’ATTIVITÀ AGRICOLA”

Estratto da linee guida: “Almeno il 70% della superficie sia destinata
all’attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

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

Dove:

- Superficie di un sistema agrovoltaico (S_{tot}): area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrovoltaico
- Superficie totale di ingombro dell'impianto agrovoltaico (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)”

Analisi condotta e risultanze:

In applicazione al caso del progetto in esame si considerino i seguenti dati:

- $S_{pv} = 178.800 \text{ mq}$
- $S_{agricola} = 731.500 \text{ mq}$
- $S_{tot} = S_{pv} + S_{agricola} = 178.800 \text{ mq} + 731.500 \text{ mq} = 910.300 \text{ mq}$

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot} \rightarrow 731.500 \text{ mq} \geq (0,7 \times 910.300 \text{ mq}) \rightarrow \mathbf{80,3\%}$$

VERIFICATO

REQUISITO “A.2 PERCENTUALE DI SUPERFICIE COMPLESSIVA COPERTA DAI MODULI (LAOR)”

Estratto da linee guida: “Al fine di non limitare l’adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:

$$LAOR \leq 40\%$$

Dove:

- *LAOR (Land Area Occupation Ratio): rapporto tra la superficie totale di ingombro dell’impianto agrivoltaiico (S_{pv}), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaiico (S_{tot}). Il valore è espresso in percentuale;*
- *Superficie di un sistema agrivoltaiico (S_{tot}): area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l’impianto agrivoltaiico*
- *Superficie totale di ingombro dell’impianto agrivoltaiico (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)”*

Analisi condotta e risultanze:

In applicazione al caso del progetto in esami si considerino i seguenti dati:

- $S_{pv} = 178.800 \text{ mq}$
- $S_{agricola} = 731.500 \text{ mq}$
- $S_{tot} = S_{pv} + S_{agricola} = 178.800 \text{ mq} + 731.500 \text{ mq} = 910.300 \text{ mq}$
- $LAOR = 19,6\%$

$$LAOR \leq 40\% \rightarrow 19,6\% \text{ VERIFICATO}$$

REQUISITO “B.1 CONTINUITÀ DELL’ATTIVITÀ AGRICOLA”

Estratto da linee guida: “Gli elementi da valutare nel corso dell’esercizio dell’impianto, volti a comprovare la continuità dell’attività agricola, sono:

a) L’esistenza e la resa della coltivazione

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, 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.

b) Il mantenimento dell’indirizzo produttivo

Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell’indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard

sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.

A titolo di esempio, un eventuale riconversione dell'attività agricola da un indirizzo intensivo (es. ortofloricoltura) ad uno molto più estensivo (es. seminativi o prati pascoli), o l'abbandono di attività caratterizzate da marchi DOP o DOCG, non soddisfano il criterio di mantenimento dell'indirizzo produttivo.

In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.”

Analisi condotta e risultanze:

Come evidenziato nella Relazione Agronomica le superfici oggetto di progettazione sono rappresentate da seminativi e vigneti a fine carriera.

Il piano di gestione agricola delle superfici post realizzazione impianti fotovoltaici in conformità alle linee guida e all'uso del suolo attuale intende intraprendere attività volte al miglioramento delle caratteristiche pedologiche dei suoli mediante un'attenta rotazione sulle superfici di ortive a pieno campo e leguminose per la produzione di foraggi, e perpetuare attività agricola in essere.

REQUISITO “B.2 PRODUCIBILITÀ ELETTRICA MINIMA”

Estratto da linee guida: “La produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{agri} in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ($FV_{standard}$ in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima:

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

Dove:

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

Analisi condotta e risultanze:

In applicazione al caso del progetto in esame si considerino i seguenti dati:

- $FV_{agri} = 939442,9894$
- $FV_{standard} = 1107,14286$
- $0,6 \times FV_{Standard} = 0,6 \times 1107,142857 = 664,285714$

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

- $(FV_{agri}) 939442,9894 \geq (0.6 \times FV_{Standard}) 664,285714$

VERIFICATO

REQUISITO “D1: 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. È pertanto importante tenere in considerazione se il sistema agrivoltaico prevede specifiche soluzioni integrative che pongano attenzione all'efficientamento dell'uso dell'acqua (sistemi per il risparmio idrico e gestione acque di ruscellamento).

Al fine di monitorare l'uso della risorsa idrica a fini irrigui sarebbe, inoltre, necessario conoscere la situazione ex ante relativa ad aree limitrofe coltivate con la medesima coltura, in condizioni ordinarie di coltivazione e nel medesimo periodo, in modo da poter confrontare valori di fabbisogno irriguo di riferimento con quelli attuali e valutarne l'ottimizzazione e la valorizzazione, tramite l'utilizzo congiunto delle banche dati SIGRIAN e del database RICA. Le aziende agricole del campione RICA che ricadono nei distretti irrigui SIGRIAN possono considerarsi potenzialmente irrigate con acque consortile in quanto raggiungibili dalle infrastrutture irrigue consortili, quelle al di fuori irrigate in autoapprovvigionamento. Le miste sono individuate con un ulteriore livello di analisi dei dati RICA-SIGRIAN.

Analisi condotta e risultanze:

Sulle superfici oggetto di studio vengono praticate colture in asciutto (foraggiere).

Per quanto concerne gli erbai di leguminose in asciutto, il tema riguarda solo l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrovoltaici.

REQUISITO “D2: MONITORAGGIO DELLA CONTINUITÀ DELL’ATTIVITÀ AGRICOLA”

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;

Analisi condotta e risultanze:

Tale attività verrà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita (triennale) con dettaglio dei piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle attività agricole e alle tecniche di coltivazione praticate, effettuando tra l’altro, rilevazione con metodologia RICA.

REQUISITO “E1: MONITORAGGIO DEL RECUPERO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO”

Importante aspetto riguarda il recupero dei terreni non coltivati, che potrebbero essere restituiti all'attività agricola grazie alla incrementata redditività garantita dai sistemi agrivoltaici. È pertanto importante monitorare i casi in cui sia ripresa l'attività agricola su superfici agricole non utilizzate negli ultimi 5 anni. Il monitoraggio di tale aspetto può essere effettuato nell'ambito della relazione di cui al precedente punto, o tramite una dichiarazione del soggetto proponente.

Analisi condotta e risultanze:

Nel caso oggetto di studio si tratta di superfici agricole gestite con un piano di coltivazione incentrato sulla coltivazione di erbai misti a pieno campo con tecniche di gestione spinte ad ottenere elevate quantità di foraggio, apportando elevate quantità di input esterni concimi e prodotti fitosanitari che con il tempo possono dare fenomeni di accumulo e fitotossicità a discapito del normale ciclo dei nutrienti presenti nel suolo che tendono a diminuirne per il venir meno dei normali processi di umificazione.

Il piano di gestione delle superfici proposto con il presente progetto di agrovoltaico si prefigge tra l'altro l'obiettivo di ottenere elevati standard produttivi ed ambientali mettendo in atto un piano di rotazione delle colture che evita la monosuccessione delle colture mediante alternanza ogni anno sulla stessa superficie di erbai misti a prevalenza di leguminose.

La bontà di tale scelta tecnica, verrà messa in evidenza mediante un apposito piano di campionamento che partendo dalla condizione attuale consenta di mettere in evidenza come opportune scelte colturali e tecniche consentano di incrementare la fertilità dei suoli e il miglioramento delle

caratteristiche chimico fisiche degli stessi, continuando nello stesso tempo a produrre economie e produzioni agricole.

REQUISITO “E2: 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).

L'impatto cambia da coltura a coltura e in relazione a molteplici parametri tra cui le condizioni pedoclimatiche del sito.

Analisi condotta e risultanze:

La scelta delle coltivazioni da porre in atto, oltre che da aspetti prettamente commerciali è stata determinata mediante uno studio capace di mettere in evidenza quali specie meglio si adattano alla coltivazione in ambiente agrivoltaico e quali specie completano il loro ciclo produttivo nell'arco temporale in cui le condizioni microclimatiche (temperatura, irraggiamento, umidità) sono le più confacenti alla coltivazione in ambiente agrivoltaico (novembre -maggio)

I dati microclimatici 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.

In particolare, il monitoraggio riguarderà:

- la temperatura ambiente esterno
- la temperatura retro-modulo
- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

I risultati di tale monitoraggio saranno registrati, ed elaborati in una relazione tecnica con cadenza triennale.

REQUISITO “E3: MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA”

La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri.

Analisi condotta e risultanze: verrà predisposta 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. Mediante:

- ✓ La redazione una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici rappresentati nel caso in oggetto da fenomeni alluvionali, per il quale

si prevede la realizzazione di opportune opere di laminazione e deflusso superficiale delle acque meteoriche atte a limitare eventuali danni a persone e cose.

- ✓ La redazione di un piano di monitoraggio atto a verificare l'adeguatezza delle soluzioni tecniche messe in opera e l'efficacia delle stesse nel tempo, con lo scopo di operare gli opportuni adattamenti e accorgimenti atti a mantenere un alto grado di efficacia e sicurezza.

9. CONCLUSIONI

Lo studio fin qui condotto consente di trarre alcune considerazioni conclusive:

- ❖ l'agroecosistema, costituito prevalentemente da, seminativi, vigneti a fine carriera, non subirà una frammentazione significativa in quanto la sottrazione di suolo sarà compensata dalle misure di mitigazione ambientale e agronomica con coltivazione delle superfici sottese dal campo agro-voltaico;
- ❖ la redditività della produzione di energia sarà incrementata da quella agraria;
- ❖ la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile attraverso il sistema agro-voltaico riesce a sfruttare in modo più razionale ed efficiente le risorse rispetto ai singoli sistemi agricoli e fotovoltaici;
- ❖ le strategie della pianificazione locale suggeriscono che occorre trovare risorse alternative alle attuali forme di sviluppo locale o quantomeno integrarlo con altre attività; al momento l'integrazione tra agricoltura e produzione da fonte rinnovabile appare come la più compatibile e sicura, nonché sostenibile;

In conclusione è possibile affermare che la realizzazione di impianti agro-voltaici rappresenta lo strumento per mezzo del quale perpetuare l'attività agricola per la produzione di prodotti di qualità (ortaggi e foraggi), ridurre l'impatto visivo degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili ed aumentarne la qualità paesaggistica, garantendo un'adeguata gestione del territorio contrastando fenomeni di desertificazione.

Dai calcoli eseguiti nel capitolo precedente si evince, inoltre, che l'attività agricola è certamente redditizia ed incrementa il valore

economico del terreno e del progetto in quanto potrà garantire un reddito complessivo da attività agricola pari ad € 278.640,00.

Agli importi di cui sopra occorre aggiungere gli eventuali ricavi legati a raccolta di mandorle e carrube da fascia perimetrale.

Oltre al valore economico il seguente progetto di agro-voltaico mira raggiunge un elevato valore agroecosistemico facendo coesistere la realizzazione di campi fotovoltaici a servizi agro-ecosistemici con operazioni atte alla coltivazione di suoli con aumento della biodiversità, in coerenza alle linee guide in materia di agrivoltaico e soddisfacendo i requisiti:

- A.1 Superficie minima per l'attività agricola
- A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)
- B.1 Continuità dell'attività agricola
- B.2 Producibilità elettrica minima
- D.1) Monitoraggio del risparmio idrico
- D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola
- E.1) Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo
- E.2) Monitoraggio del microclima
- E.3) Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici.

