

# Provincia di ENNA - Comune di ENNA



DATA	REV	OGGETTO REVISIONE:
------	-----	--------------------

**Committente:**

**X-ELIO**

**X-ELIO ENNA 2 S.R.L.**

Corso Vittorio Emanuele II, 349  
00186 Roma  
P.IVA: 17129771006  
www.x-elio.com

**Sviluppo e Progettazione esecutiva:**



GEOSTUDIOGROUP S.T.P. - S.R.L.

**GEOSTUDIOGROUP STP S.r.l.**

Via Dott. Lino Blundo n.3  
97100 Ragusa (RG)  
P.IVA: 01635940883  
www.geostudiogroup.net



**Università  
di Catania**

**Dipartimento di Agricoltura,  
Alimentazione e Ambiente (DI3A)**

**OPERA:**

**Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "ENNA 2" della potenza di 42 MW in A.C. e 50 MWp in D.C. con sistema di accumulo integrato da 21 MW e di tutte le opere connesse ed infrastrutture da realizzarsi nel Comune di Enna (EN).**

**UBICAZIONE IMPIANTO**

**Contrada Salsello  
Enna (EN)**

**DATA:**

08/08/2023

**SCALA**

----

**TITOLO:** Relazione Agrivoltaica

Gruppo di lavoro

**Dott. Agr. Angelo Nastasi**

**Prof. Antonio C. Barbera**

**Agr. Dott. Jr. Francesca Di Stefano**

**Dott. Geol. Franco Privitera Garozzo**

Progettista P.P.V.

**Ing. Salvatore Camillieri**

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

## Sommario

1. Premessa .....	3
1.1. Gli obiettivi europei e le norme in materia .....	4
1.2. Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) .....	10
1.3. Linee guida in materia di impianti agrivoltaici del MASE (ex MITE) .....	10
2. Il sistema agrivoltaico ‘Enna 2’ .....	18
2.1. Caratteristiche dell’impianto fotovoltaico Enna 2 .....	18
2.2. Inquadramento territoriale .....	20
2.3. Piano colturale del sistema agrivoltaico Enna 2 .....	22
2.3.1. Criteri adottati per la definizione del sistema colturale .....	24
2.3.2. L’indirizzo produttivo del sistema agrivoltaico Enna 2 .....	25
2.3.3. Produzione di olio .....	26
2.3.4. Pascolo polifita .....	31
2.3.5. Pistacchio .....	37
3. Conclusioni .....	47
3.1. REQUISITO A .....	47
3.2. REQUISITO B .....	48
3.3. REQUISITO C .....	53
3.4. REQUISITI D ed E .....	56

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

## 1. Premessa

Per la redazione della presente relazione è stato istituito un gruppo di lavoro costituito dai seguenti tecnici:

Angelo Nastasi nato il 01/08/1981, Dott. Agronomo iscritto all'Ordine Provinciale dei Dottori Agronomi e Forestali di Ragusa al n. 544 A, a seguito dell'incarico ricevuto da Geostudiogroup STP s.r.l., società con sede in via dott. Lino Blundo n.3 a Ragusa, P.IVA 01635940883, Francesca Di Stefano Agr. Dott. Jr Iscritta all'Ordine Provinciale dei Dottori Agronomi e Forestali di Ragusa al n. 603 in qualità di tecnico della Geostudiogroup STP s.r.l., con il supporto tecnico e scientifico del Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) dell'Università di Catania, responsabile designato Prof. Antonio C. Barbera, in seguito alla convenzione sottoscritta tra UniCT-Di3A e Geostudiogroup STP s.r.l.

In particolare, il progetto di ricerca prevede una stretta collaborazione tra il Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente dell'Università di Catania e Geostudiogroup STP s.r.l, finalizzata all'individuazione delle varietà vegetali che meglio esprimono la loro capacità di adattamento e potenzialità produttiva nell'ambiente oggetto dell'intervento e alla definizione degli interventi agronomici e zootecnici che possano consentire di aumentare le rese e le caratteristiche di qualità dei prodotti ottenuti compatibilmente con la salvaguardia degli equilibri ambientali.

Le attività di ricerca, inoltre, avranno come obiettivo l'integrazione degli aspetti scientifici con la sperimentazione in campo, la creazione di un sistema di monitoraggio per la valutazione dei risultati produttivi ottenuti e degli indicatori di sostenibilità dei diversi settori produttivi e del sistema agrivoltaico nel suo complesso.

Facendo seguito al contratto che la Geostudiogroup STP s.r.l. ha stipulato con X-Elio Enna 2 S.r.l., Corso Vittorio Emanuele, 349, Roma P.IVA: 17129771006, si accingono a redigere il presente “Elaborato agronomico” necessario all'ottenimento dell'autorizzazione per l'installazione di un impianto di produzione di energia fotovoltaica da 50,076 MWp sito nel Comune di Enna (EN) in C.da Salsello.

Nel presente elaborato si provvederà ad effettuare una disamina sulle linee guida in ambito comunitario ed in ambito nazionale e gli aspetti normativi relativi alle energie da

Impianto Fotovoltaico denominato "Enna 2", Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

fonti rinnovabili, i requisiti necessari dettati dalle linee guida dei sistemi agrivoltaici, ed infine verranno definite le caratteristiche del sistema colturale 'agro-silvo-pastorale' che verrà realizzato presso l'impianto Enna 2, ove si abbinerà la produzione di energia pur mantenendo la vocazione agricola delle aree interessate ottimizzando così la risorsa suolo.

### **1.1. Gli obiettivi europei e le norme in materia**

Lo sviluppo delle Fonti Energetiche Rinnovabili FER risulta essere determinante e strategico per una nazione industrializzata come l'Italia; si è acquisita sia a livello politico che sociale la consapevolezza di perseguire lo sviluppo in forma sostenibile e non dipendente esclusivamente dai combustibili fossili; a tale scopo la comunità internazionale si è prefissata degli impegni in tal senso, che sono oggetto di monitoraggi periodici.

La Relazione sullo stato di attuazione degli impegni per la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra allegata al DEF 2023, predisposta dal Ministro dell'ambiente e della sicurezza energetica" è stata aggiornata sulla base dei più recenti dati emissivi e degli scenari elaborati nell'ambito del Regolamento 2018/1999 sulla Governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima". La strategia dell'UE fino al 2020 e gli strumenti normativi adottati, hanno origine nell'emendamento di Doha del Protocollo di Kyoto (2012-2020). L'UE impegnatosi sin dal 1° gennaio 2013 aveva già avviato una procedura di tutela climatica con il "pacchetto clima-energia" adottato nel 2007 dall'UE. Fra i provvedimenti più rilevanti ai fini del raggiungimento degli obiettivi di riduzione al 2020 vi sono: - la direttiva 2003/87/CE che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni di gas serra (c.d. Emissions Trading System - ETS), a cui segue modifica con la direttiva 2009/29/CE, che ha avviato un sistema europeo di scambio di quote di emissioni di CO2 a cui partecipano i gestori degli impianti di produzione termoelettrica e dei grandi impianti industriali.

Le principali modifiche sono volte a potenziare la capacità del sistema ETS di contribuire efficacemente al raggiungimento dell'obiettivo del 40% di abbattimento delle emissioni di gas a effetto serra entro il 2030, in coerenza con il Quadro 2030 delle Politiche per il clima e l'energia dell'UE e come contributo all'Accordo di Parigi sul clima del 2015. Gli

Impianto Fotovoltaico denominato "Enna 2", Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

obiettivi di riduzione delle emissioni di gas-serra per il periodo 2021-2030, per ciascuno degli Stati membri, da raggiungere nei settori non-ETS (trasporti, civile, agricoltura, rifiuti e piccola industria), sono stati stabiliti dal Regolamento n. 2018/842/UE. L'allegato I di tale regolamento prevede, per l'Italia, una riduzione del 33%. La Commissione europea ha stabilito (2020/2126/UE) le assegnazioni annuali di emissioni degli Stati membri per il periodo 2021-2030 con riferimento alle attività non rientranti nell'ETS. Per tali motivi è prevista una revisione, finalizzata a garantire il raggiungimento del nuovo obiettivo del 55% previsto per il 2030, nell'ambito del pacchetto "Fit for 55%" il raggiungimento degli obiettivi previsti dal Protocollo di Kyoto. La relazione, di fatto costituisce un report sintetico sul rispetto da parte dell'Italia degli impegni di riduzione previsti dal Protocollo di Kyoto per il 2012 e dall'emendamento di Doha. In relazione agli impegni per il 2020, viene evidenziato che "la conformità rispetto agli obiettivi identificati a livello europeo garantisce il raggiungimento degli adempimenti previsti nell'ambito dell'emendamento di Doha" e che la conclusione degli adempimenti relativi agli impegni di Doha è previsto entro il 2023. Nella precedente relazione, allegata al DEF 2021, veniva sottolineato che "la piena attuazione degli impegni assunti in materia di efficienza energetica e fonti rinnovabili, permette al Paese di ottenere riduzioni di emissione superiori a quelle necessarie per adempiere agli obiettivi della Decisione 'Effort Sharing'. L'anno 2020, tuttavia è stato un anno positivo in termini di emissioni in quanto hanno severamente impattato le chiusure dovute alla pandemia da COVID-19". Già nell'accordo di Parigi e l'NDC (Nationally Determined Contribution) dell'UE il 12 dicembre 2015 (con la XXI Conferenza delle Parti COP21), vi era l'obiettivo di pervenire alla firma di un accordo volto a regolare il periodo post-2020.

Tale accordo, definiva quale obiettivo di lungo termine il contenimento dell'aumento della temperatura ben al di sotto dei 2°C e il perseguimento degli sforzi di limitare l'aumento a 1.5°C rispetto ai livelli pre-industriali. L'accordo prevedeva che ogni Paese, al momento dell'adesione, comunicasse il proprio "contributo determinato a livello nazionale" con l'obbligo di perseguire misure domestiche per la sua attuazione. L'Accordo di Parigi del 2016 è propedeutico all' Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile (il programma d'azione adottato all'unanimità dai 193 Paesi membri delle Nazioni Unite nel settembre 2015) e si

Impianto Fotovoltaico denominato "Enna 2", Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

integra con gli obiettivi dell'Agenda, a partire dall'obiettivo 13 "*Lotta contro il cambiamento climatico*", nel dettaglio, i contenuti del sotto-obiettivo 13.2 dell'Agenda 2030, che richiede di "integrare le misure di cambiamento climatico nelle politiche, strategie e pianificazione nazionali".

### **Green Deal europeo" e il "Fit for 55%**

L'11 dicembre 2019 la Commissione europea ha presentato la Comunicazione sul cosiddetto "Green Deal" europeo, una "strategia di crescita mirata a trasformare l'UE in una società giusta e prospera, dotata di un'economia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva, che nel 2050 non genererà emissioni nette di gas a effetto serra e in cui la crescita economica sarà dissociata dall'uso delle risorse". Con il "Green Deal" è stata di fatto definita una scaletta delle principali politiche e misure necessarie per realizzare il cambiamento.

Il Consiglio Europeo del 10-11 dicembre 2020 ha adottato l'obiettivo di riduzione UE delle emissioni nette pari ad almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990. Al fine di dare forza di legge ai nuovi obiettivi, il 14 luglio 2021 la Commissione ha presentato il cosiddetto pacchetto "Fit for 55%", ovvero l'insieme delle proposte legislative necessarie per ottenere l'obiettivo di riduzione del 55% netto al 2030 e mettere l'Unione sulla giusta traiettoria per il raggiungimento della neutralità climatica al 2050. Riguardo al pacchetto "Fit for 55%" si evidenzia che tale pacchetto "comprende, tra l'altro, l'applicazione del sistema dell'*Emissions trading* a nuovi settori ed una revisione del sistema esistente per rendere l'obiettivo coerente con il -55% netto al 2030; incremento degli obiettivi di efficienza energetica e rinnovabili, una più rapida transizione verso modalità di trasporto a basse emissioni, il rafforzamento dell'infrastruttura necessaria a tal fine, e un allineamento delle politiche di tassazione dell'energia rispetto agli obiettivi del Green Deal, misure alternative per affrontare il carbon leakage (ovvero la rilocalizzazione delle produzioni in Paesi senza i medesimi obblighi di riduzione delle emissioni dell'UE); strumenti per preservare e accrescere i serbatoi naturali di assorbimento del carbonio (ad esempio, le foreste)". Dal momento che il documento che esamina lo stato dell'arte fa riferimento all'anno 2022, si dovrà fare riferimento alla

Impianto Fotovoltaico denominato "Enna 2", Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

legislazione attualmente vigente, coerente con il precedente NDC che richiedeva una riduzione complessiva delle emissioni di GHG del -40% rispetto al 1990, pur con uno sguardo rispetto ai potenziali ulteriori impegni futuri".

Nel documento si ribadisce che, per quanto riguarda il percorso di decarbonizzazione nazionale, "nell'NDC europeo, esistono strumenti di pianificazione di breve e lungo periodo di cui si è dotata l'Italia, sempre secondo quanto stabilito nel Regolamento EU sulla Governance per Energy Union, ovvero:

- *il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) con orizzonte al 2030*

in aggiornamento e in attesa del Fit for 55, il cui obiettivo è quello di realizzare una nuova politica energetica che assicuri la piena sostenibilità ambientale, sociale ed economica del territorio nazionale e accompagni tale transizione;

- *la Strategia nazionale di lungo periodo sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra;*

anch'essa in aggiornamento, che individua possibili percorsi di decarbonizzazione, prendendo in considerazione diverse opzioni tecnologiche, comprese quelle più innovative, non ancora completamente sviluppate, al fine di raggiungere l'obiettivo di neutralità climatica al 2050, tenendo anche in dovuta considerazione il prossimo impatto del PNRR" la situazione emissiva rispetto agli obiettivi 2020. Nel documento si riporta, che per i settori assoggettati alla direttiva ETS i relativi obiettivi sono direttamente applicati in virtù del meccanismo di assegnazione delle quote di emissione, il controllo sul raggiungimento degli obiettivi nazionali si riduce a verificare il rispetto degli obiettivi definiti dalla decisione "Effort Sharing" per i settori economici non-ETS (trasporti, civile, piccola industria, agricoltura e rifiuti).

Il consuntivo delle emissioni nazionali di gas ad effetto serra per gli anni 2013-2020 è stato comunicato alla Commissione europea il 15 marzo 2022 e che con tale comunicazione si è chiuso il periodo 2013-2020 e la relativa verifica del rispetto dei target emissivi. Tali dati confermano, come evidenziato dalla relazione, che "la piena attuazione degli impegni assunti dall'Italia ha consentito di ottenere riduzioni di emissioni superiori

Impianto Fotovoltaico denominato "Enna 2", Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

a quelle necessarie per adempiere agli obiettivi della Decisione Effort Sharing" per ognuno degli anni del periodo considerato. Nell'analizzare i fattori che hanno determinato tali riduzioni, nonché il contributo dei diversi settori, la relazione ricorda che "per quanto riguarda i settori meno influenzati dalla situazione economica, come trasporti e civile, non risultano riduzioni significative delle emissioni a partire dal 2013. Pertanto, sebbene le riduzioni richieste dal rispetto delle allocazioni annuali per il periodo 2013-2020 siano state non solo raggiunte ma ampiamente superate (si calcola un 'overachievement' totale per il periodo in termini di riduzione delle emissioni di 190 MtCO<sub>2</sub>eq), la mancata riduzione delle emissioni dei settori trasporti e civile ha portato a un progressivo avvicinamento dei livelli emissivi italiani alle AEA (Annual Emission Allocation), fino al superamento delle stesse, registrato per l'anno 2021. Tale superamento risulta essere di 10,9 MtCO<sub>2</sub>eq".

La relazione evidenzia che, poiché il pacchetto "Fit for 55", ovvero l'insieme delle proposte legislative che definiscono gli obiettivi settoriali necessari per ottenere l'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra del 55% al 2030. L'obiettivo complessivo vigente si traduce in una riduzione a livello europeo del 43% per il settore ETS ed una del 30% per i settori non soggetti a ETS, calcolate rispetto all'anno 2005". Per i settori non-ETS, in l'Italia, "è stato stabilito un obiettivo di riduzione al 2030 pari al -33%, rispetto all'anno 2005 (Regolamento 'Effort Sharing'), con la relativa ripartizione annuale a partire dal 2021". Nel documento vengono riportate le linee guida post 2020 per il raggiungimento degli obiettivi al 2030" ove sono elencate "le principali politiche e misure introdotte dopo il 2020 e il cui impatto diretto o indiretto (nel caso di politiche volte principalmente al miglioramento della qualità dell'aria) è atteso negli anni successivi e considerato nella valutazione degli scenari di riduzione".

### **Politiche per gli obiettivi al 2023**

Con il D.Lgs. 199/2021, che attua la direttiva (UE) 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da *fonti rinnovabili*, contiene "molte misure che abilitano e/o incentivano interventi di promozione delle energie rinnovabili, sia come generazione distribuita rivolta all'autoproduzione o alle comunità energetiche, sia come impianti utility scale,



Impianto Fotovoltaico denominato "Enna 2", Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

necessari per aumentare più velocemente il ritmo di crescita delle energie rinnovabili, in tutti i settori di impiego dell'energia. Sono inoltre presenti disposizioni di sostegno dei biocarburanti e dei gas rinnovabili, tra cui il biometano.

Seguendo lo schema di rendicontazione delle emissioni definite in ambito europeo ed internazionale per la costruzione degli scenari emissivi, dal momento che il PNRR è stato adottato nel corso del 2021 ed è in fase di attuazione, si è ritenuto di includere gli effetti delle misure ivi comprese nello scenario di riferimento". Gli effetti delle misure previste dal PNRR e delle altre misure vigenti, di cui si riporta "una sintesi delle analisi condotte e dei principali risultati e, nell'allegato 2, espone i dati relativi alle emissioni settoriali indotte dall'adozione del PNRR e delle altre misure attualmente vigenti. Le misure del PNRR appaiono più efficaci nel settore delle energie rinnovabili, portando ad un incremento delle produzioni eolica e fotovoltaica che si tradurrebbe "in una riduzione evidente delle emissioni prodotte dal settore delle industrie energetiche, quantificabile in oltre 15 MtCO<sub>2</sub>eq al 2030 rispetto ai livelli del 2021. Secondo quanto previsto dal PNRR, si dovrebbe raggiungere una produzione di circa 2,3 miliardi di metri cubi all'anno di biometano a partire dal 2026" che dovrebbe compensare una pari riduzione dei consumi di gas naturale di origine fossile, traducendosi "in un'ulteriore riduzione delle emissioni".

Il documento in esame si afferma che lo scenario di riferimento, grazie alla mutata situazione economica e all'adozione delle misure previste nel PNRR, si avvicina all'attuale obiettivo di riduzione per l'Effort Sharing (-33% al 2030 rispetto ai livelli del 2005) senza però conseguirlo. In particolare, "risulta evidente la necessità di adottare appropriate politiche aggiuntive, soprattutto nei settori civile e dei trasporti" per il raggiungimento degli obiettivi, ma anche in considerazione del prossimo aggiornamento degli stessi in funzione del pacchetto Fit for 55%. Si evidenzia altresì che le misure attualmente vigenti appaiono ***"efficaci soprattutto in termini di incremento di rinnovabili nel mix di generazione elettrica, che determina, certamente, una riduzione delle emissioni ETS"***.

## 1.2. Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

Il PNRR emanato in forma definitiva il 30 aprile 2021 dal Governo italiano delinea un “pacchetto completo di adempimenti, necessario ad accedere alle risorse finanziarie messe a disposizione dall'Unione europea con il *Recovery and Resilience Facility*– RRF.

Il Piano si fonda su tre assi strategici condivisi a livello europeo:

1. digitalizzazione e innovazione,
2. transizione ecologica,
3. inclusione sociale.

Nella Componente C1 della cosiddetta Missione 2 "*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*", vi sono la totalità dei programmi di investimento e ricerca per le FER ovvero la 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 di agro-voltaici pari a 1,04 GW, che produrrebbe circa 1.300 GWh annui, con riduzione di CO<sub>2</sub> in circa 0,8 milioni di tonnellate.

La misura prevede:

- Una maggiore diffusione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia ottimizzando l’uso del suolo agricolo e limitandone il consumo;
- il monitoraggio degli impianti e della loro efficacia, con la raccolta dei dati sia sugli impianti fotovoltaici sia sulla produzione e l’attività agricola sottostante.

## 1.3. Linee guida in materia di impianti agrivoltaici del MASE (ex MITE)

Come definito dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l’Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050. L’obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l’esigenza di rispetto dell’ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione. Fra i diversi punti da affrontare vi è certamente quello dell’integrazione degli impianti a fonti rinnovabili, in particolare fotovoltaici, realizzati su suolo agricolo.

Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti c.d. “agrivoltaici”, ovvero impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili. A riguardo, è stata anche prevista, nell’ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, una specifica misura, con l’obiettivo di sperimentare le modalità più avanzate di realizzazione di tale tipologia di impianti e monitorarne gli effetti.

Il tema è rilevante e merita di essere affrontato in via generale, anche guardando al processo di individuazione delle c.d. “aree idonee” all’installazione degli impianti a fonti rinnovabili, previsto dal decreto legislativo n. 199 del 2021 e, dunque, ai diversi livelli possibili di realizzazione di impianti fotovoltaici in area agricola, ivi inclusa quella prevista dal PNRR. In tutti i casi, gli impianti agrivoltaici costituiscono possibili soluzioni virtuose e migliorative rispetto alla realizzazione di impianti fotovoltaici standard.

In tale quadro, nel mese di Giugno 2022 è stato elaborato e condiviso il presente documento, prodotto nell’ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per L’energia, e composto dal CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria; dal GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A.; dall’ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l’energia e lo sviluppo economico sostenibile e da RSE - Ricerca sul Sistema Energetico S.p.A.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

Il lavoro prodotto ha lo scopo di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un’interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

I requisiti previsti dalle Linee guida del MASE sono riportati di seguito.

### **REQUISITO A**

Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l’integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

**A.1) Superficie minima coltivata: è prevista un rapporto minimo tra la superficie coltivata e quella totale (0,7);**

**A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola (0,4);**

### **REQUISITO B**

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell’attività agricola e pastorale;

In particolare, dovrebbero essere verificate:

**B.1) Continuità dell’attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell’intervento**

Per verificare il rispetto del requisito B.1, l’impianto dovrà inoltre dotarsi di un sistema per il monitoraggio dell’attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

a) Esistenza e 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 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. 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.

b) 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.

**B.2) Producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.**

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FVagri in GWh/ha/anno)

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest’ultima:  $FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$

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.

### REQUISITO C

La configurazione spaziale del sistema agrivoltaico, e segnatamente l’altezza minima di moduli da terra, influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l’area occupata dall’impianto agrivoltaico o solo sulla porzione che risulti libera dai moduli fotovoltaici.

L’area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l’intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell’impianto agrivoltaico.

Si possono esemplificare i seguenti casi:

#### Tipo 1

L’altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l’impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicitare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

soleggiamento, grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici. In questa condizione la superficie occupata dalle colture e quella del sistema agrivoltaico coincidono, fatti salvi gli elementi costruttivi dell’impianto che poggiano a terra e che inibiscono l’attività in zone circoscritte del suolo.



*Sistema agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e sotto a essi (TIPO 1). Fonte: A. Scognamiglio, ENEA*

## Tipo 2

L’altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un uso combinato del suolo, con un grado di integrazione tra l’impianto fotovoltaico e la coltura più basso rispetto al precedente (poiché i moduli fotovoltaici non svolgono alcuna funzione sinergica alla coltura).



*Sistema agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e non al di sotto di essi (TIPO 2). Fonte: A. Scognamiglio, ENEA*

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

### Tipo 3

I moduli fotovoltaici sono disposti in posizione verticale. L'altezza minima dei moduli da terra non incide significativamente sulle possibilità di coltivazione (se non per l'ombreggiamento in determinate ore del giorno), ma può influenzare il grado di connessione dell'area, e cioè il possibile passaggio degli animali, con implicazioni sull'uso dell'area per attività legate alla zootecnia. Per contro, l'integrazione tra l'impianto agrivoltaico e la coltura si può esplicare nella protezione della coltura compiuta dai moduli fotovoltaici che operano come barriere frangivento.



*Sistema agrivoltaico in cui i moduli fotovoltaici sono disposti verticalmente. La coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, l'altezza minima dei moduli da terra influenza il possibile passaggio di animali (TIPO 3). Fonte: A. Scognamiglio, ENEA*

Per differenziare gli impianti fra il tipo 1) e il 2) l'altezza da terra dei moduli fotovoltaici è un parametro caratteristico.

In via teorica, determinare una soglia minima in termini di altezza dei moduli da terra permette infatti di assicurare che vi sia lo spazio sufficiente per lo svolgimento dell'attività agricola al di sotto dei moduli, e di limitare il consumo di suolo. Tuttavia, come già analizzato, vi possono essere configurazioni tridimensionali, nonché tecnologie e attività agricole adatte anche a impianti con moduli installati a distanze variabili da terra.

Considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e l'altezza media dei moduli su strutture mobili, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, si possono fissare come valori di riferimento per rientrare nel tipo 1) e 3):



Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l’utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

Si può concludere che:

- gli impianti di tipo 1) e 3) sono identificabili come impianti agrivoltaici avanzati che rispondo al REQUISITO C;
- gli impianti agrivoltaici di tipo 2), invece, non comportano alcuna integrazione fra la produzione energetica ed agricola, ma esclusivamente un uso combinato della porzione di suolo interessata.

#### **REQUISITO D**

Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l’impatto sulle colture attraverso la valutazione dei seguenti parametri:

##### **D.1) risparmio idrico;**

##### **D.2) continuità dell’attività agricola, ovvero:**

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

#### **REQUISITO E**

Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare le seguenti condizioni:

- recupero della fertilità del suolo,
- microclima,
- resilienza ai cambiamenti climatici.

Si ritiene dunque che:

- il rispetto dei requisiti A, B sia necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come “**agrivoltaico**”. Per tali impianti dovrebbe inoltre previsto il rispetto del requisito D.2;

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

- il rispetto dei requisiti A, B, C e D sia necessario per soddisfare la definizione di **“impianto agrivoltaico avanzato”** e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche;
- il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'**accesso ai contributi del PNRR**, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 “Sviluppo del sistema agrivoltaico”, come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità (cfr. Capitolo 4 delle Linee guida del MITE).

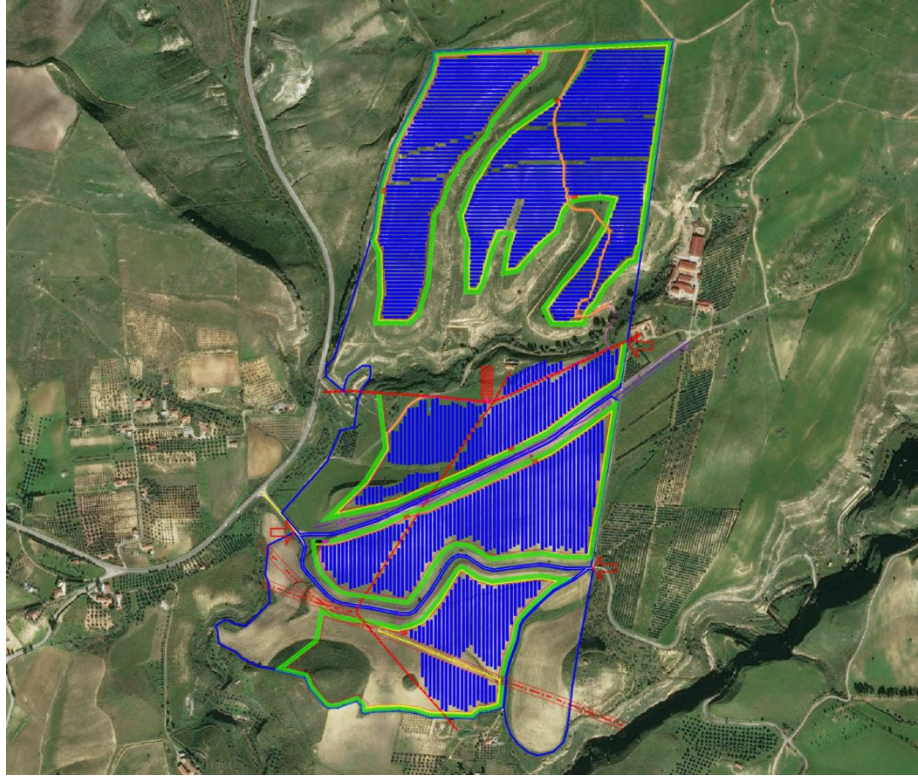
## 2. Il sistema agrivoltaico ‘Enna 2’

### 2.1. Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico Enna 2

L'impianto fotovoltaico Enna 2 ricade all'interno del Comune di Enna (EN) interessando una superficie di circa 118,54 ettari, con quota altimetrica compresa tra 455 e 666 m s.l.m. Il fondo è raggiungibile dalla Strada Statale 117 bis a ridosso della S.S. 122 e viene attraversato dalla Regia Trazzera “Caltanissetta – Ponte Capodarso – Enna”. Il sito ricade all'interno del foglio di mappa 194, particelle 4, 5, 8, 9, 12, 92 e del foglio di mappa 195, particelle 19, 193 del NCT del comune di Enna (fig.3).

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA



**Fig. 3. Aree destinate alla realizzazione del sistema agrivoltaico ‘ENNA 2’**

Nel sito saranno posizionati due tipi di impianti con elevazione a livello del suolo (*ground mounted*):

- strutture in silicio cristallino montati su strutture di supporto metalliche fisse con orientamento Est-Ovest, esposte a sud avente una vela di 4 m
- strutture con pannelli in silicio cristallino montati su strutture di supporto metalliche ad inseguimento monoassiale (*tracker*) in acciaio zincato ancorate al terreno, distanziate le une dalle altre, in direzione Est-Ovest, di circa 10 m (interasse strutture). I trackers avranno due file di moduli con una larghezza della ‘vela’ pari a circa 5 m, un’altezza minima da terra pari a 1,30 m quando si raggiunge l’inclinazione massima (55°) verso Est e Ovest.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA



**Fig. 4. Esempio di strutture fisse a sinistra e mobili a destra**

## 2.2. Inquadramento territoriale

Il sito sede dell’impianto è costituito da un paesaggio rurale fortemente antropizzato, che dista circa 8 km dal comune di Enna e circa 4 km dalla miniera dismessa di Pasquasia.

Il territorio è caratterizzato principalmente da coltivazioni seminative spesso in rotazione; a cui si alternano alcuni oliveti e mandorleti, e di rado coltivazioni arboree da frutto. La vegetazione naturale risulta, oggi, poco presente a causa dello sfruttamento agricolo intensivo degli ultimi decenni (fig.5).

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA



Fig. 5. Inquadramento territoriale dell’impianto ENNA 2

Nell’area interessata dall’impianto fotovoltaico, si è appurato che il suolo rispecchia le caratteristiche previste per la I classe (suoli destinati alla coltivazione – arabili). L’uso del suolo dai dati (Corine Land Cover code 2.1.1.2.1) conferma che l’area di studio è caratterizzata da superficie agricole a seminativo semplice e colture erbacee estensive.

I terreni nelle aree di impianto appartengono ai **Regosuoli**, suoli giovani ai primi stadi di sviluppo. La reazione è sub-alcalina o alcalina; i carbonati sono presenti con valori medi del 10-15%. Le risorse di potassio sono buone, quelle di azoto, sostanza organica e fosforo scarse. La capacità di scambio è buona e totalmente saturata dal calcio. suoli bruni vertici presentano profilo Ap-B-C e spessore del suolo di 60 cm circa.

Il suolo presenta potenziale produttivo che può essere considerato mediamente buono.

La capacità di ritenzione, idrica è elevata e spesso in aree pianeggianti il drenaggio risulta difficoltoso e, specie nei mesi invernali, la falda può localizzarsi in prossimità della

Impianto Fotovoltaico denominato "Enna 2", Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

superficie. La potenzialità è elevata per la spiccata fertilità e la vocazione è prevalentemente cerealicola.

### **Caratteristiche climatiche del sito**

I programmi di tutela e di riqualificazione ecologica del territorio non possono prescindere da un'attenta analisi e valutazione dei parametri climatologici.

Tra questi sono stati analizzati con particolare attenzione i dati provenienti dai rilievi pluviometrici e termometrici della stazione meteorologica di Pasquasia.

Dall'analisi dei vari fattori si può notare che il clima della zona in studio è caratterizzato da una distribuzione alquanto irregolare delle piogge durante l'arco dell'anno.

Esse ricadono prevalentemente (67 % pari circa 344 mm), durante il periodo autunno - inverno, il restante (33 % circa.147 mm.), durante il periodo primaverile estivo.

La temperatura media annua è di 17,26°C. con valori medi minimi di 11,13°C e medi massimi di 23,70°C. La temperatura media è di 27-30°C in estate e di 10-13°C in inverno.

Caratteristici di questo clima sono i valori di escursione termica, tra la media del mese più caldo e quello del mese più freddo, vi sono differenze notevoli anche 26-28°C.

L'inverno, pur essendo molto mite è tuttavia caratterizzato da immissioni di aria fredda che oltre all'abbassamento della temperatura molto al di sotto dei valori medi determinano brusche variazioni del tempo.

L'estate molto calda, fa registrare temperature medie elevate spesso anche al di sopra dei 28-30°C, con punte massime giornaliere anche nell'ordine di 34-36°C. Dall'analisi dei dati, inoltre emerge che il comprensorio in studio è caratterizzato da ben 5 mesi di siccità, maggio-settembre, in cui giugno, luglio ed agosto sono i mesi più asciutti.

### **2.3. Piano colturale del sistema agrivoltaico Enna 2**

Per dare seguito agli obiettivi delle linee guida sia nazionali che europee, il sistema agrivoltaico Enna 2 avrà un spiccata connotazione agricola evitando così una discontinuità nel tipo di utilizzo e di destinazione del suolo. La produzione agricola in senso lato sarà

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

distinta in quattro tipi di essenze prescelte, in modo da creare un continuum vegetazionale perfettamente integrato con le associazioni vegetali presenti nel territorio.

Il sistema agrivoltaico Enna 2 di tipo misto, ovvero agro-zootecnico e forestale, rispecchia i principi dell'agricoltura multifunzionale che *“oltre alla sua funzione primaria di produrre cibo e fibre, può anche disegnare il paesaggio, proteggere l'ambiente e il territorio e conservare la biodiversità, gestire in maniera sostenibile le risorse, contribuire alla sopravvivenza socio-economica delle aree rurali, garantire la sicurezza alimentare”*. Tale aspetto in Italia è sancito dall'art. 2135 del codice civile, e già circa 30 anni fa, svincolava il settore dal ruolo a cui era da sempre stato attribuito che riguardava esclusivamente la produzione di materie prime.

Questo sistema determina l'interazione tra vari aspetti che costituiscono la biodiversità, determinando quindi di numerosi vantaggi, tra cui:

- una maggiore resilienza dovuta alla maggiore biodiversità che lo rende più competitivo per l'adattabilità alle “anomalie climatiche”;
- ottimizzazione delle risorse naturali presenti, utilizzando in modo razionale i diversi fattori produttivi;
- promozione di un elevato livello di biodiversità sia vegetale che animale, di fertilità del suolo e di protezione degli insetti pronubi,
- razionale utilizzo delle strutture portanti dei moduli fotovoltaici traendo beneficio dalle condizioni di ombreggiamento e di abbassamento della evapotraspirazione colturale;
- integrazione al reddito agricolo spalmando il rischio produttivo legato al clima su più produzioni;
- valorizzazione della produzione di pistacchio;
- aree di mitigazione con funzione non solo ambientale e paesaggistica ma anche produttiva;
- ripartizione della manodopera durante tutto l'anno creando occupazione stabile.

I sistemi agro-silvo-pastorali sono caratterizzati da un'elevata multifunzionalità, caratteristica che ha contraddistinto l'agricoltura siciliana rivestendo un tradizionale ruolo



Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

agronomico, economico e sociale prima dell’introduzione dei sistemi colturali ad alti input tipici dell’agricoltura industriale e specializzata basati su:

- eccessiva meccanizzazione delle operazioni colturali,
- introduzione di varietà e razze migliorate geneticamente non adatte alle condizioni pedoclimatiche dell’ambiente di coltivazione,
- utilizzo massiccio di sostanze chimiche di sintesi per la fertilizzazione, per la difesa delle colture e per il controllo della flora infestante,
- riduzione, fino quasi alla loro eliminazione, delle aree naturali presenti un tempo ai margini dei campi coltivati.

Ciò ha determinato, da un punto di vista agronomico, un’eccessiva semplificazione dei sistemi colturali con effetti negativi sulla perdita di biodiversità e fertilità del suolo; da un punto di vista ambientale, fenomeni diffusi di inquinamento delle falde idriche e moria degli insetti, con particolare riferimento a quelli pronubi, che non trovano possibilità di riparo e supporto alle loro esigenze biologiche nei sistemi monocolturali o nelle aree incolte in stato di abbandono.

### **2.3.1. Criteri adottati per la definizione del sistema colturale**

I criteri adottati per l’individuazione dell’indirizzo produttivo si basano su aspetti tecnici economici, ambientali e sociali:

- meccanizzazione delle operazioni colturali attraverso l’impiego di attrezzature leggere e di ridotte dimensioni;
- capacità di valorizzare le condizioni di riduzione della radiazione solare incidente (ombreggiamento e raffrescamento) che si creano al di sotto dei moduli fotovoltaici;
- elevata capacità di adattamento e potenzialità produttiva delle specie vegetali ed animali nel contesto pedoclimatico dell’area oggetto di interesse;
- tecniche di allevamento indirizzate alla tutela del benessere animale, con particolare riferimento all’allevamento stanziale di api;
- influenza positiva sulla fertilità fisica, chimica e biologica del suolo attraverso l’incremento del contenuto di sostanza organica del terreno;



Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

- mantenimento di una copertura vegetale del terreno il più stabile possibile nel tempo per impedire fenomeni di erosione e desertificazione del suolo;
- influenza positiva sull’incremento della biodiversità tellurica, della fauna selvatica e della flora spontanea;
- necessità di eliminare il rischio di incendi;
- creazione di posti di lavoro e ricaduta positiva sull’economia del territorio.

### 2.3.2. L’indirizzo produttivo del sistema agrivoltaico Enna 2

Il sistema agrivoltaico Enna 2 consta di una superficie totale di **118ha 54a 00ca** così suddivisa:

- superficie totale: ha 118,54;
- aree impianto: ha 62,62 (area impianto FV)
- aree coltivabili totali: ha 92,67
- aree coltivabili tra i moduli: ha 50,20
- aree di mitigazione: ha 9,87

Coerentemente con gli obiettivi di ottimizzazione della risorsa suolo il sistema agrivoltaico Enna 2 sarà interessato da più tipi di produzioni:

- **Produzione di olio.** Il progetto prevede la realizzazione di una fascia di mitigazione perimetrale della larghezza di 10,0 metri e di 9.8712,2 m di lunghezza che schizzerà i moduli fotovoltaici, limitando l’impatto visivo dell’impianto dalla strada e dagli appezzamenti limitrofi, la fascia di mitigazione avrà funzione sia paesaggistica che produttiva, verranno poste a dimora piante di olivo di varietà autoctone che ben si adattano alle caratteristiche pedoclimatiche del luogo. Oltre alla fascia di mitigazione, vi è un’area di 2,85 ha a ridosso della fascia di pertinenza della legge Galasso ove saranno impiantati ulteriori ulivi che coesisteranno con alcuni già presenti.
- **Pascolo polifita:** nell’area nord e in parte dell’area sud per un totale di 50,20 ha è previsto il mantenimento di un prato polifita destinato al pascolo di specie ovine che non vengono disturbate dall’altezza dei moduli fotovoltaici. In questo modo è garantito il mantenimento dell’attuale indirizzo dei suoli.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

- **Produzione di pistacchio** (*Pistacia vera* L.). Avrà una estensione di circa 11,77 ha e sarà effettuata in zone libere dall’installazione dei moduli FV tra cui la zona interessata dalla legge Galasso.

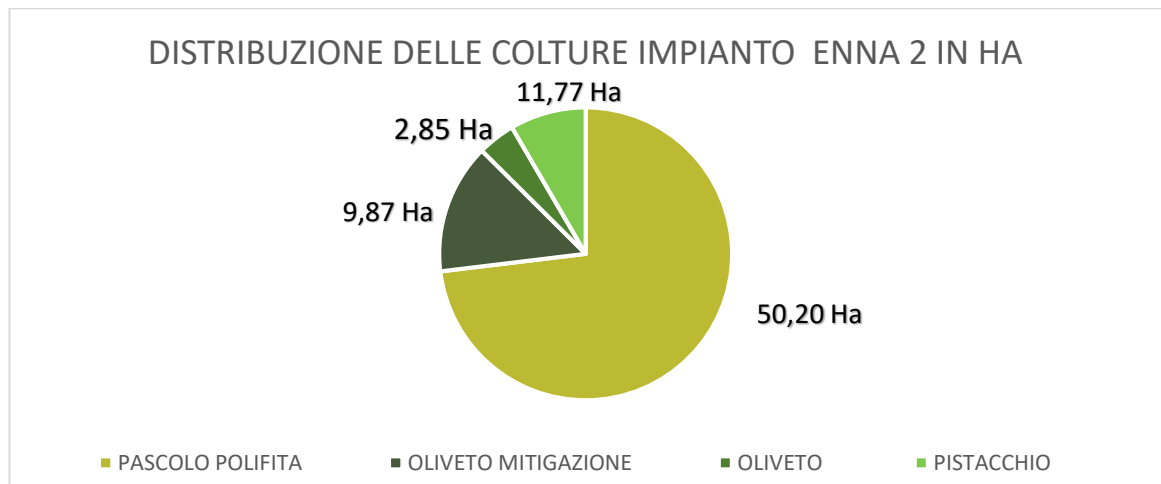


Fig. 6. Ripartizione delle colture post operam

### 2.3.3. Produzione di olio

**OLIVO** (*Olea Europaea* L.): Appartenente alla famiglia delle **Oleaceae**, è originario di una vasta regione compresa tra la parte meridionale del Caucaso, l’Iran, la Palestina e la Siria ed ha via via, nel tempo, colonizzato tutti i paesi che si affacciano sul bacino del Mediterraneo, insediandosi nei territori compresi tra 0 e 900 metri di altitudine.

È un albero **sempreverde**, una **latifoglia**, ad accrescimento lento, molto longevo, che può raggiungere i 10 metri di altezza. Alcuni esemplari millenari di notevoli dimensioni e dai tronchi contorti sopravvivono in varie zone del Mediterraneo.

Il **fusto** presenta una corteccia grigia e, alla base, la ceppaia emette ogni anno numerosi polloni da strutture dette ovoli. Il legno particolarmente duro è utilizzato in falegnameria e per la produzione di utensili ed elementi di arredo. Le **radici** sono abbastanza superficiali e non superano il metro di profondità.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

Le **foglie**, opposte, ovali-lanceolate, con apice acuto, margine intero e leggermente rivolto verso il basso, si inseriscono su rametti sub-quadrangolari. La superficie superiore è verde scuro, quella inferiore è argentata, per la presenza di una fitta pelosità costituita da peli stellato-squamosi.

I **fiori**, bianco avorio, con la corolla divisa in quattro lobi e calice imbutiforme, sono ermafroditi e si presentano riuniti in racemi, detti **mignole**, all’ascella delle foglie e dei rami dell’anno precedente.

La **fioritura** avviene tra maggio e giugno a seconda delle zone climatiche.

Il **frutto, l’oliva**, è rappresentato da una drupa carnosa di dimensioni variabili a seconda della cultivar, della tecnica colturale e delle condizioni climatiche; è ricca di sostanze oleose ed assume un colore che varia dal verde chiaro al nero a seconda del grado di maturità. All’interno del frutto si trova il nocciolo legnoso ed ellittico.

La prima fruttificazione avviene intorno al 3°- 4° anno di vita dell’albero e raggiunge la piena produttività intorno al 10°

Il **periodo di raccolta** va da ottobre a dicembre a seconda le zone.

Il panorama varietale è decisamente ricco nel mondo soprattutto in Sicilia in cui si identificano più di 20 Cultivar.

### **Caratteristiche degli oliveti dell’impianto ‘Enna 2’**

#### **Oliveti nella fascia di mitigazione**

Nella fascia di mitigazione lunga 98.712 m saranno disposte 2 file di olivi disposti a quinconce e distanziati l’uno dall’altro di 5 m. Il numero totale di esemplari per quest’area sarà di 3.950 di cui 35 proverranno da esemplari adulti spostati dalle aree di impianto (così come riportato nell’elaborato relativo alla mitigazione).

Le varietà consigliate alla luce delle caratteristiche pedoclimatiche già analizzate sono la Moresca e la Biancolilla

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

---

Moresca. È una delle cultivar a maturazione precoce che di norma produce oli dal fruttato leggero, anche se dà frutti poco invaiati, si possono ottenere oli di maggiore intensità olfattiva. Di norma dà oli dolci, con bassa intensità di amaro e piccante. Può dare tenui e gradevoli sentori di mela matura o verde.

Biancolilla. Produce oli con fruttato d’oliva d’intensità leggera o media. All’olfatto dà sensazioni di mandorla verde, meno di frequente di carciofo o pomodoro. Al gusto l’intensità di amaro e piccante è di norma leggera, raramente medio. Frutti matura producono oli dolci.

**Oliveti a ridosso delle aree ‘legge Galasso’**

Oltre gli olivi della mitigazione esterna altri olivi saranno impiantati a ridosso delle aree della legge Galasso (fig. 7). Quest’area (evidenziata in verde in figura) ha una superficie di 2,55 ha e può ospitare circa 710 piante a cui ne se ne aggiungono altre 80 di età e varietà sconosciute già esistenti che ricoprono invece una superficie di 0,3 ha.

La superficie totale è dunque di 2,85 ha

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

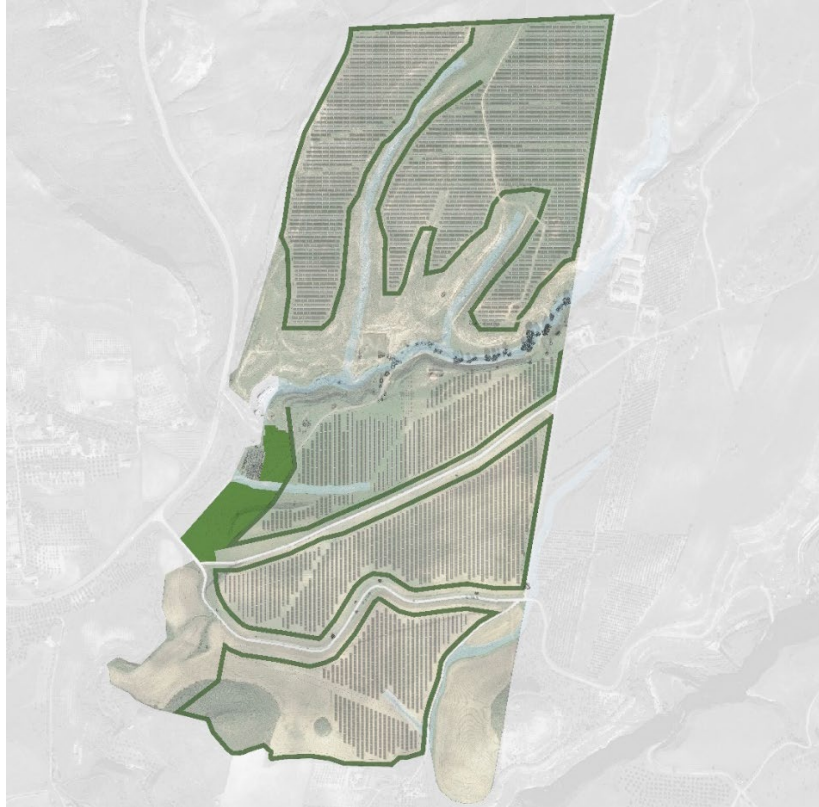


Fig. 7. Area destinata ad oliveto

### Apporti idrici

In entrambi gli appezzamenti verrà realizzata una gestione in asciutta della coltivazione, prevedendo altresì delle irrigazioni di soccorso (con autobotti) nei mesi estivi dei primi anni di impianto. Per ottimizzare le irrigazioni di soccorso non si esclude l'utilizzo di un impianto di irrigazione a goccia che minimizza la manodopera ed evita l'eccessivo calpestio dei suoli dovuto al passaggio delle autobotti.

### Raccolta

La raccolta delle olive verrà fatta con delle *macchine scuotitrici a ombrello rovesciato* minimizzando così le spese di manodopera e riducendo i tempi di raccolta.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA



Fig. 8. Macchina agevolatrice durante la raccolta

**Conto Economico**

Le rese degli oliveti in asciutta vanno da 2.000 ai 3.000 kg/ha, queste sono influenzate dall’alternanza di produzione tipica di questa specie, calcolando il valore medio, si ha una resa media di 2.500 kg/ha.

UTILE DI ESERCIZIO OLIVETI	
produzione stimata euro /Ha	3375
N. 4 trinciature	360
Letamazione	390
N. 4 trattamenti fitosanitari non chimici	260
raccolta agevolata 0,10 euro/kg	160
potatura	300
utile netto/ha	1905
utile totale oliveti	24.231,6



Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

Considerando una resa in olio media del 15% si ha una resa di 375 litri/ha che se venduto ad un prezzo medio di 9 euro/litro (dati Ismea) si ha un ricavo lordo/ha di € 3.375.

I ricavi lordi totali su 12,72 ha ammontano dunque a € 42.930, mentre l'utile **netto di esercizio è di € 24.231,6**

#### 2.3.4. Pascolo polifita

Il sistema agrivoltaico ‘Enna 2’ presenta le caratteristiche dei sistemi agro-silvo-pastorali che, basandosi sulla multifunzionalità, acquisiscono una maggiore resilienza sfruttando e ottimizzando tutte le caratteristiche intrinseche dei siti. In questo sistema agrivoltaico l'area ricoperta dai trackers sarà destinata a pascoli destinati all'allevamento di ovini, più specificatamente verrà utilizzata l'area occupata dai trackers a cui viene sottratta la superficie in prossimità dei pali di sostegno delle strutture dei moduli FV.



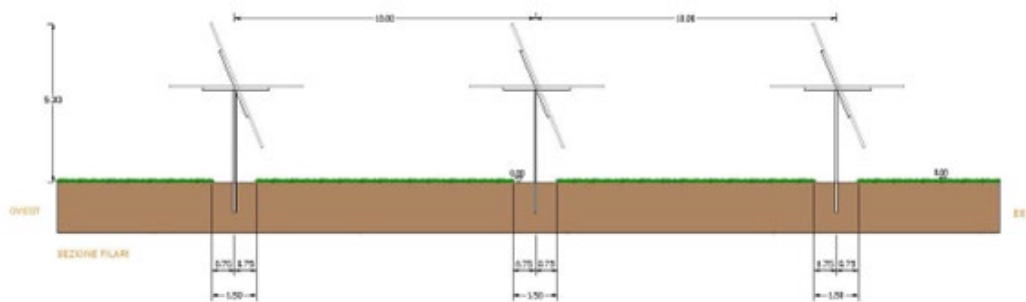
**Fig. 9. Esempio di pascolo al di sotto di strutture fisse (altezza 1.3 m)**

Questo corridoio ha una larghezza di 0,75 m per lato rispetto ai pali per un totale di 1,5 m che si estende per tutta la lunghezza dei trackers. In questo impianto non è prevista la

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

presenza di stalle e ricoveri in quanto già presenti su un altro corpo aziendale. Gli ovini, verranno portati al pascolo seguendo uno schema calendarizzato così da non creare un eccessivo impoverimento delle essenze che costituiscono il pascolo stesso. Nei periodi di piogge abbondanti, verrà evitato il pascolamento per via del compattamento eccessivo che si verrebbe a creare a causa dell’alto tenore idrico del terreno, danneggiando eccessivamente il pascolo.



**Fig. 10. Gestione degli spazi nel prato polifita al di sotto dei moduli.**

Come già riportato, l’area interessata dall’installazione dell’impianto fotovoltaico è di circa 62,62 ha, la superficie effettiva destinata al pascolo polifita sarà invece di 50,20 ha.

### Caratteristiche dei pascoli

I **pascoli** sono costituiti da distese erbose, spontanee coltivate, nella quale numerose specie erbacee differenti non vengono **falciate**, ma vengono sfruttate per far **pascolare**, direttamente il **bestiame** da **allevamento**, come ad esempio vacche, capre, cavalli o pecore come in questo caso.

Le specie vegetali che costituiscono i pascoli sono per la maggior parte **graminacee** e **leguminose**, ma ve ne sono anche molte altre a seconda della collocazione geografica.



Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

I **pascoli** possono essere distinti in due diverse tipologie: vi sono i **pascoli temporanei** la cui durata è limitata; ad esempio quando un terreno viene utilizzato come **pascolo** per gli animali durante il riposo tra una **coltura** di cereali e l'altra.

Vi sono i **pascoli permanenti**, cioè quelli che hanno una durata illimitata e infatti il bestiame può tranquillamente essere fatto **pascolare** per la maggior parte dell'anno.

Il **pascolo** viene solitamente utilizzato come forma di **allevamento** per il bestiame in quelle aree in cui la coltivazione meccanizzata risulta difficoltosa a causa della conformazione del terreno, della vegetazione arborea oppure dal clima; infatti i **pascoli** si trovano maggiormente in altopiani o valli in zone **montane**.

Oggi giorno l'allevamento a **pascolo** è anche sinonimo di qualità delle materie prime ricavate dall'animale rispetto all'**allevamento industriale**.

### **Prato polifita poliennale**

Il prato è una coltura foraggera seminata e coltivata dall'uomo, utilizzata in maniera prevalente tramite lo sfalcio e la fienagione. Ai prati, sia che forniscano foraggi freschi sia conservati, è attribuito un importante ruolo non solo come nutrimento per tante specie animali, ma anche come fondamentale fattore di equilibrio ambientale.

I prati possono essere classificati in base a diversi criteri:

- a seconda dell'origine, in artificiali (cioè seminati) e naturali;
- a seconda della composizione botanica, in monofiti (se costituiti da una sola specie), oligofiti (se costituiti da poche specie) o polifiti (se costituiti da molte specie differenti);
- a seconda della durata, in avvicendati (prati annuali o poliennali) e permanenti (da 10 anni a una durata illimitata, comunque non predeterminata).

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

### **Prati avvicendati polifiti (consociazioni)**

Le consociazioni sono coltivazioni realizzate mescolando due o più specie vegetali, scelte in relazione ai caratteri del clima e del suolo, al comportamento biologico e alle esigenze delle singole specie che compongono il miscuglio. Rispetto alle coltivazioni in purezza, le consociazioni offrono numerosi vantaggi:

- maggiore resa rispetto alle singole specie componenti (simbiosi per l'utilizzo dell'azoto, riparo e sostegno);
- maggiore stabilità produttiva negli anni (specie con differenti esigenze e sensibilità ambientali);
- maggiore durata del prato (specie con diversa precocità produttiva);
- migliore sfruttamento delle risorse e dello spazio (minore spazio per malerbe; funzione antierosiva);
- migliore qualità del prodotto (foraggio con proprietà nutritive più equilibrate);
- migliore conservazione per l'insilamento (rapporto C/N ottimale).

La definizione del miscuglio da impiegare per la creazione di un prato polifita è assai complessa perché deve tenere conto congiuntamente di tre differenti variabili:

- a) quante specie e varietà da impiegare;
- b) quali scegliere;
- c) quantità di impiego di ciascuna specie rispetto alle altre.

La scelta delle specie e delle varietà da utilizzare deve essere fatta tenendo conto degli obiettivi degli allevamenti, delle caratteristiche pedoclimatiche della zona e delle proprietà agronomiche di ciascuna cultivar (produttività, qualità del pascolo, precocità, ritmo di vegetazione, resistenza alle avversità).

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

Nel caso di Enna 2 sarà effettuata una rotazione tra leguminose poliennali e graminacee:

- erba medica (*Medicago sativa* L.)
- erba medica scudata (*Medicago scutellata* L.)
- trifoglio alessandrino (*Trifolium alexandrinum* L.)
- sulla (*Hedysarum coronarium* L.)
- ginestrino (*Lotus corniculatus* L.)
- lupinella (*Onobrychis viciifolia* Scop.)

e specie appartenente alla famiglia delle graminacee, quali:

- loietto (*Lolium perenne* L.)
- dactylis (*Dactylis glomerata* L.)
- festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.)

L'epoca di semina deve immediatamente precedere un periodo di elevata piovosità e di temperature miti, in Sicilia spesso viene fatta in autunno, anche inoltrato, nelle aree mediterranee (fatta eccezione per le graminacee macroterme che richiedono semine tardo-primaverili).

L'irrigazione dei prati, utile per ridurre la flessione produttiva estiva, è una pratica impiegata con modalità assai variabile a seconda del tipo di coltivazione. Nei medicaici è pratica abituale, poiché si tratta di prati esigenti, con consumi idrici stagionali che oscillano fra 6.000 e 13.000 m<sup>3</sup>/ha secondo gli ambienti e le annate. Nel sistema agrivoltaico Enna 2 non è prevista irrigazione per il pascolo polifita, in quanto le essenze consigliate riescono a produrre (pur con rese più basse) utilizzando solo acque meteoriche, inoltre l'ombreggiamento dei moduli permette al pascolo una razionalizzazione dell'acqua dei suoli.

Uzair Jamil e Joshua M. Pearce in studi recenti conclusi nel 2023, hanno dimostrato un aumento delle rese e della qualità su foraggio e frumento in sistema agrovoltaico del Canada, questi ricercatori hanno appurato che una ombreggiatura parziale può essere tollerata dalle colture e potrebbe ridurre il consumo di acqua per evapotraspirazione durante il periodo estivo e in condizioni di siccità. Se ne deduce quindi un miglioramento

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

del microclima sulla coltura ove gli effetti collaterali dati dall’ombreggiatura dei trackers viene compensata dal minor stress idrico nei periodi caldi (oltre 4 mesi in Sicilia).

Considerando la similarità tra i sistemi agrivoltaici ed i sistemi agroforestali dove i pannelli fotovoltaici potrebbero contribuire alla protezione delle colture dal calore eccessivo e mitigare la temperatura del suolo, si possono considerare i sistemi agrivoltaici più resistenti ai cambiamenti climatici rispetto alle monocolture, a questo va poi aggiunto un aumento della fertilità conseguente ad un aumento della sostanza organica nel suolo, dovuto ad una minore mineralizzazione della stessa proprio a causa di questo microclima che influenza sia la coltura che il suolo.

**Bilancio economico Pascolo polifita**

UTILE DI ESERCIZIO PASCOLO POLIFITA	
Produzione /Ha	€ 720
Trasemina /Ha	€ 100
Concime copertura/Ha	€ 80
Seme/Ha	€ 120
Spese Varie/Ha	€ 20
<b>UTILE DI ESERCIZIO/Ha</b>	<b>€ 400</b>
<b>UTILE DI ESERCIZIO TOTALE</b>	<b>€ 20080</b>

Alla luce di vari fattori e ipotizzando una biomassa asportata mediante il pascolamento di 4t/ha di valore 0,18 €/kg si otterrà un valore della produzione di fieno pari a 720,00 €/ha che determina un **utile di esercizio su 50,20 ha di 20.080.**

### 2.3.5. Pistacchio

Il quadro agricolo è profondamente cambiato negli ultimi 30 anni per soddisfare la maggiore richiesta di cibo associata all'aumento della popolazione. La meccanizzazione e l'intensificazione dei sistemi agricoli ha permesso una maggiore produzione per unità di superficie, ma ha portato anche allo sviluppo di sistemi agricoli meno autosufficienti, che rivivono fortemente dell'apporto esterno di acqua, fertilizzanti e pesticidi. Questo modello di agricoltura “intensiva” è stato rapidamente adottato nei paesi industrializzati lasciando indietro le realtà agricole “tradizionali” basate su sistemi di coltivazione più resilienti ma meno produttivi.

Oggi l'agricoltura è messa alla prova dai cambiamenti climatici: le prossime normative stanno limitando l'uso di fertilizzanti e pesticidi e la scarsità d'acqua sta colpendo diverse aree del mondo. In tale contesto, cresce l'attenzione verso colture e sistemi più resilienti.

Questa visione multifunzionale dell'agricoltura sta promuovendo la riscoperta di colture minori di interesse locale per peculiari tratti qualitativi dei loro prodotti, spesso associati al territorio di produzione. Queste colture possono svolgere un ruolo importante nella valorizzazione delle aree marginali del mondo e nell'aumento della sostenibilità dei territori agricoli tradizionali. La storia dell'industria del pistacchio siciliano (*Pistacia vera* L.) è un perfetto esempio di questi cambiamenti. Sulla base della “*Historia Naturalis*” di Plinio, i primi alberi di pistacchio furono introdotti in Italia dal governatore romano Lucio Vitelli o durante il 30 d.C. Durante la dominazione araba (827-1060 d.C.), la coltivazione del pistacchio si espanse sui terreni poco profondi e calcarei situato nell'entroterra della Sicilia. Oggi la Sicilia è l'unica regione italiana dove questa specie è coltivata. L'industria siciliana del pistacchio ha raggiunto la sua massima espansione all'inizio del XX secolo con oltre 15.000 ha per poi progressivamente declinare. Oggi la maggior parte dei Pistacchi prodotti in Sicilia sono coltivati nelle zone etnee, su circa 4.500 ettari. A causa della capacità di sopravvivere e produrre raccolti modesti con poca o nessuna irrigazione, è tradizionalmente coltivato su suoli marginali e in condizioni di pioggia. Recentemente è cresciuto l'interesse per la coltivazione del pistacchio, che ha portato all'impianto di sistemi di coltivazione più intensivi e moderni. Tuttavia, i coltivatori siciliani di pistacchi

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

faticano ad aumentare le performance produttive di questi impianti, la cui resa media è la metà di quella raggiunta in altre aree del mondo. A causa della capacità di sopravvivere e produrre raccolti modesti con poca o nessuna irrigazione, è tradizionalmente coltivato su suoli marginali e in condizioni di basse precipitazioni.

Questa realtà agricola, è sopravvissuta a un mercato internazionale competitivo grazie al profilo organolettico unico del suo prodotto ma che risente del limitato know how che non permette a questo settore la dovuta crescita.

### **Biologia ambientale e adattabilità**

Il pistacchio, essendo originario delle aree desertiche, è una coltura molto rustica, tollerante alla siccità e alle alte temperature. Le condizioni ambientali per la produzione del pistacchio devono essere caratterizzate da estati lunghe, calde e secche, che consentano la piena maturazione e sviluppo dei frutti, seguite da inverni moderatamente freddi. Può sopravvivere a temperature fino a -20 °C e in estate tollera fino a 50 °C se l'umidità dell'aria è bassa.

Le piogge primaverili e i venti secchi durante la fioritura possono influenzare l'impollinazione mentre l'elevata umidità dell'aria durante la stagione vegetativa, e in particolare durante la crescita dei frutti, favorisce lo sviluppo di malattie fungine nei frutti e nei germogli.

Negli ultimi anni, a causa dell'aumentata variabilità degli andamenti climatici, sono stati osservati diversi casi di mancanza di freddo durante l'inverno in Sicilia così come in California con conseguenti ritardi nella sfogliatura e nella fioritura e riduzioni di resa. Il pistacchio si adatta a diversi tipi di terreno ma richiede un buon drenaggio. È una delle colture da frutto più tolleranti al sale, con la capacità di mantenere la piena produttività in terreni con conducibilità elettrica (ECe) fino a 8 dS/m dopo sei anni di irrigazione salina.

Nell'area del mondo in cui si è differenziato il pistacchio sopravvive sfruttando le scarse precipitazioni naturali, comprese tra 250 e 400 mm. Prove sperimentali nel deserto del Negev (Israele) hanno dimostrato che il pistacchio è in grado di differenziare boccioli fiorali e fruttificare nonostante le condizioni estremamente sfavorevoli: 54-163 mm di

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

pioggia durante i due anni di prova abbinati a una richiesta evaporativa ambientale estremamente elevata (2.600 mm). Gli studi sulla cultivar “Kerman” innestata su P. atlantica hanno evidenziato una certa attività fotosintetica nella foglia di alberi con un potenziale idrico del fusto di -5 e -6 MPa, dimostrando una risposta allo stress idrico caratteristica di alcuni dei frutti più tolleranti colture arboree e la maggior parte delle xerofite,

Come già accennato il pistacchio è originario di zone aride e semiaride con scarse precipitazioni estive; in queste condizioni gli alberi cercano di completare tutte le fasi vegetative e riproduttive dello sviluppo in un lasso di tempo molto breve, tra marzo e maggio, per sfruttare appieno l'accumulo di umidità del suolo dalle precipitazioni invernali e garantire la sopravvivenza delle specie. La restante parte della stagione è dominata dalla lignificazione dell'endocarpo e dalla crescita degli embrioni. La gemmazione inizia esattamente alla fine di giugno, e si intensifica in luglio e agosto, durante la crescita più intensa dell'embrione.

Nei pistacchietti siciliani, la severità dell'alternanza è maggiore rispetto agli impianti californiani dove la gestione razionale è volta a minimizzare lo stress idrico e a controllare la crescita vegetativa, qui infatti ottimizzando la potatura meccanica ed altri fattori si raggiungono produzioni più elevate e costanti.

L'irrigazione supplementare influisce positivamente sul bilancio di carbonio dei rami di pistacchio, influenzando positivamente sull' aumento degli scambi gassosi e ritardando la caduta delle foglie e la senescenza a fine stagione

Nonostante la sua resistenza alla siccità, la produzione di pistacchio migliora notevolmente con l'irrigazione.

L'irrigazione influisce sulla produzione quantitativamente e qualitativamente. In Turchia, nella cultivar “Kirmizi”, si è visto che l'irrigazione ha aumentato la resa del 74%, la percentuale di frutti spaccati del 56% e la percentuale drupe piene del 18%. Effetti simili sono stati osservati in studio condotto in Sicilia, qui il fabbisogno idrico stagionale calcolato è di ~ 6.000 mc/ha. Questi volumi d'acqua non sono comunemente disponibili

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

per scopi agricoli nei territori aridi dell'entroterra siciliano dove tradizionalmente si coltiva il pistacchio. In alcuni moderni impianti di pistacchio, la raccolta delle precipitazioni invernali viene convogliata in una vasca, quest'acqua verrà poi successivamente distribuita durante la stagione vegetativa con un sistema di irrigazione a goccia, come “irrigazione integrativa o di soccorso”. Nonostante questa quantità limitata di acqua (~ 500-1000 mc/ha) soddisfi solo una piccola parte del potenziale fabbisogno idrico della coltura, si ha una influenza positiva sugli scambi gassosi fogliari e sulla produttività, che aumenta del 30% dopo tre irrigazioni.

Negli attuali pistacchieti irrigati supplementari la situazione può essere analizzata dalla prospettiva opposta: il vantaggio principale dell'attuazione di protocolli di gestione dell'acqua più precisi sarebbe l'aumento delle rese

### **Cultivar e portainnesti**

A differenza di altre specie che hanno una variabilità germoplasma molto ampia nell'isola siciliana come l'olivo, con 27 genotipi riconosciuti e centinaia di cloni e accessioni, in questo territorio sono state identificate poche cultivar di pistacchio: 'Bianca' (sinonimo: 'Napoletana'), 'Femminella', 'Natalora', 'Agostana'. Altre cultivar siciliane minori sono 'Silvana', 'Cerasola', 'Cappuccia', 'Insolia', 'Ghiandalora', 'Gialla', 'Tardiva' e 'Pignatone', caratterizzate da noci più piccole con forma allungata e una percentuale estremamente bassa di deiscenza. La maggior parte di queste cultivar minori non viene più coltivata commercialmente né disponibile nei vivai.

In generale, i frutti delle varietà siciliane sono caratterizzati da un profilo organolettico unico e da un elevato livello di clorofilla dei cotiledoni che conferisce un colore verde brillante molto apprezzato. La cultivar “Bianca” coltivata prevalentemente nella zona di Bronte a ridosso del Vulcano Etna, è stata recentemente tutelata con uno specifico disciplinare di produzione ed è stata assegnata l'etichetta di DOP (denominazione di origine protetta) “Pistacchio Verde di Bronte”.



Impianto Fotovoltaico denominato "Enna 2", Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

### **Produzione e qualità**

La produzione siciliana di pistacchio rappresenta meno dello 0,6% della produzione mondiale. La produzione annua nei frutteti moderni e più specializzati è variabile con una resa media per pianta che va da un minimo di 3 kg fino a valori massimi di 7-10 kg (essiccati in guscio), corrispondenti a ~1600 kg/ha. Nella "coltivazione tradizionale di pistacchio" questi valori diminuiscono fino a una media di ~800 kg/ha durante gli anni di bassa produzione. Questi valori sono significativamente inferiori rispetto ai ~ 3.500 kg/ha registrati in California

Nonostante la bassa produttività, nel mercato internazionale i pistacchi siciliani sono generalmente venduti a prezzi molto elevati, a causa delle peculiari caratteristiche organolettiche di questi frutti, (presentano un colore verde intenso dei cotiledoni molto apprezzato dalle industrie di trasformazione); questo determina che il prezzo medio al chilogrammo di pistacchio siciliano in guscio è di 15,00 € (dati Ismea) nettamente, superiore rispetto ad un prezzo medio di 10 € pagato dal mercato per la stessa quantità di pistacchi non siciliani. I pistacchi siciliani sono utilizzati prevalentemente per le industrie dolciarie (gelaterie e pasticcerie) e delle carni insaccate. La percentuale di indeiscenza dell'endocarpo a maturità della cv. Bianca, (la più coltivata tradizionalmente), rende questa cultivar non adatta all'industria degli snack.

In Sicilia una volta raccolte e separate dai mali, le drupe vengono tradizionalmente sparse nel terreno per 4-5 giorni ed essiccate al sole. Nei paesi in cui le drupe vengono tostate e salate per essere vendute come spuntino, gli essiccatori sono utilizzati da molto tempo. Recentemente, gli impianti di trasformazione siciliani hanno incrementato il livello delle tecnologie rinnovando le loro linee di lavoro, e il numero degli impianti di trasformazione sul territorio che è raddoppiato rispetto alla fine degli anni '90. Prove sperimentali avevano messo a confronto il metodo di essiccazione "naturale" e quello "artificiale o controllato", dimostrando che le composizioni chimiche delle drupe della cv. Bianca non era stata colpita in modo significativo dall'ossidazione, mentre i frutti tradizionalmente essiccati hanno mostrato un processo ossidativo più intenso durante la conservazione. L'uso di essiccatori ha contribuito a concentrare le operazioni in un lasso di tempo breve, a

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

migliorare la gestione delle operazioni di raccolta e ridurre i costi di raccolta e il rischio di agenti patogeni. Tuttavia, anche con questa metodologia, la temperatura deve essere mantenuta costantemente a valori inferiori a 55 °C per evitare degradazioni della clorofilla.

### **Il pistacchieto Enna 2**

L'unicità dell'industria del pistacchio in Italia (Sicilia) è chiaramente associata all'elevata qualità organolettica della frutta a guscio della cultivar autoctona “Bianca” e probabilmente anche alle peculiari pratiche di gestione che distinguono la Sicilia dai paesi produttori più specializzati. L'elevata attenzione alle sue qualità organolettiche, ed in particolare al colore verde dei cotiledoni e alla quantità di composti volatili, è legata al principale utilizzo commerciale di questo prodotto come ingrediente per usi dolciari, che si contrappone all'industria degli snack che domina il mercato. I prezzi più alti raggiunti rendono la produzione di pistacchio siciliano economicamente sostenibile per i agricoltori.

L'unicità di questo prodotto apprezzato tanto dai consumatori ha rappresentato un punto di forza estremamente importante per aumentare la competitività di questo settore, ma deve essere accompagnato da un miglioramento della gestione agricola. Il raggiungimento della piena produzione potenziale non è probabilmente possibile nel breve termine, per motivi strutturali, ma le evidenze suggeriscono che il miglioramento della resa è realizzabile anche con risorse limitate. Ad esempio, la disponibilità idrica non raggiungerà mai la quantità necessaria per soddisfare la piena evapotraspirazione delle colture, ma la gestione idrica di precisione bassa quantità di acqua disponibile è sicuramente la prima strada da seguire per aumentare la produttività dei nuovi pistacchieti.

Nel sito Enna 2 verrà impiantata una coltivazione di pistacchi avente superficie di 11,77 Ha (evidenziata in verde chiaro in fig.8) L'impianto avrà un sesto di 6 x 6 ed avrà un orientamento nord-sud.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA



**Fig. 11. Aree di coltivazione pistacchio**

Prima del trapianto, verrà effettuata una baulatura atta a prevenire fenomeni di asfissia, che, possono essere causati da eventuali ristagni idrici, anche per brevi periodi in seguito a precipitazioni abbondanti. Il numero delle piante totali sarà di circa 3270. Le piante dovranno essere innestate per garantire produttività e maggiore resistenza alle avversità. Nello specifico, il portainnesto locale di *P. terebinthus*, tradizionalmente utilizzato in passato, dovrebbe essere sostituito dal più vigoroso ibrido di *P. atlantica* × *P. integerrima*, per ridurre il periodo improduttivo. L'adozione del portainnesto UCB1, già in atto nei pistacchietti di nuovo impianto, potrebbe consentire una futura espansione di questa coltura in nuove aree, caratterizzate da terreni più pesanti con una maggiore percentuale di argilla, dove attualmente il pistacchio non è piantato a causa della sensibilità di *P. terebinthus* al *Verticillium*. Per favorire l'impollinazione verranno impiantati circa 160 esemplari maschili di pistacchio ovvero 1 pianta maschile ogni 20 femminili.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

### Tecniche colturali

Per la coltivazione è previsto un regime in aridocoltura in cui però sono previste delle irrigazioni di soccorso mediante autobotti in autoapprovvigionamento; queste verranno effettuate nei primi anni di vita, le irrigazioni saranno necessarie a ottimizzare lo sviluppo dell'apparato radicale favorendo così l'entrata in produzione delle piante. Per ottimizzare questa operazione verranno utilizzati impianti a microportata di erogazione comunemente detti a goccia.

In considerazione degli aspetti tecnici valutati tra cui le caratteristiche pedoclimatiche e quelle commerciali, le Varietà più adatte per questo sito sono la *Napoletana* e la *Bianca*. Per la gestione delle infestanti si opererà per il *Minimum Tillage* ci si limiterà infatti ad effettuare delle sfalcature con trincia a catena che ben compensa le inclinazioni della baulatura seguendone perfettamente il profilo.



Fig. 12. Esempio di trinciatura su frutteto baulato



Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

La concimazione verrà effettuata apportando 60 q /ha di letame ovino in modo da creare un ciclo chiuso che poco dipende dagli input esterni. Le non lavorazioni e l’apporto di sostanza organica miglioreranno la fertilità del suolo in quanto questo si arricchirà di organismi e microrganismi terricoli che troveranno quindi condizioni favorevoli.

Per la raccolta verranno usate delle *agevolatrici* ovvero delle *macchine scuotitrici ad ombrello rovesciato* come quelle utilizzate per la raccolta delle olive che vengono adeguate per questo utilizzo specifico.



Fig. 13. Esempio di raccolta agevolata con scuotitrice ad ombrello rovesciato.

Impianto Fotovoltaico denominato "Enna 2", Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

### Conto economico del pistacchio

BILANCIO ECONOMICO PISTACCHIO euro /Ha				
Costo /11,77				
	Costi/ha	ha	kg/ha	ricavi/ha ricavi/tot
n. 4 trinciature	360		4237,2	
irrigazioni di soccorso	110		1294,7	
irrigazioni	600		7062	
letamazione	390		4590,3	
n. 2 trattamenti fitosanitari non chimici	130		1530	
raccolta 0,80 euro/kg	640		7532	
produzione in (asciutta)			800	12000 141240
Produzione (irrigua)			1600	24000 282480
Costi annuali intero appezzamento (asciutta)			19139	
Costi annuali intero appezzamento (irriguo)			24951,20	
<b>UTILE DI ESERCIZIO PREVISTO (asciutta)</b>	<b>TOT</b>		<b>122101</b>	
<b>UTILE DI ESERCIZIO PREVISTO (irriguo)</b>	<b>TOT</b>		<b>257529</b>	

Come si evince dal presente conto economici la coltivazione del pistacchio anche in regime di aridocoltura risulta altamente redditizio, l'azienda può così incrementare in modo importante il fatturato.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

### 3. Conclusioni

Il sistema agrivoltaico Enna 2 rispetta gli standard previsti dal MASE riportati dalle linee guida. Di seguito si riporta una breve disamina di tali requisiti.

#### 3.1. REQUISITO A

##### **L’impianto rientra nella definizione di “agrivoltaico”**

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

**REQUISITO A.1)** Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;

Per il soddisfacimento del requisito A.1 dell’attività agricola la superficie agricola deve essere maggiore o uguale al 70% della superficie totale:

**Sup. agricola  $\geq$  0,7 Sup. totale (da direttive)**

**Sup. agr. S.A. ENNA 2 Ha 92,67  $\implies$  78% di Ha 118,54**

Il Sistema agrivoltaico Enna 2 rispetta con ampio margine il requisito A.1 in quanto la superficie agricola equivale al 78% del totale.

##### **REQUISITO A2)**

LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli in senso lato e la superficie agricola totale; tale fattore non deve superare il 40%  $LAOR \geq 40\%$

Il Sistema agrovoltaico Enna 2 rispetta con ampio margine anche il requisito A.2 in quanto l’area occupata dai moduli è di Ha 23,95, quindi LAOR  $\implies$  20,2

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

### 3.2. REQUISITO B

**Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell’impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli**

La gestione dell’impianto deve permettere una reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate:

**B.1) la continuità dell’attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell’intervento;**

*B.1.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 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.

*B.1.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.



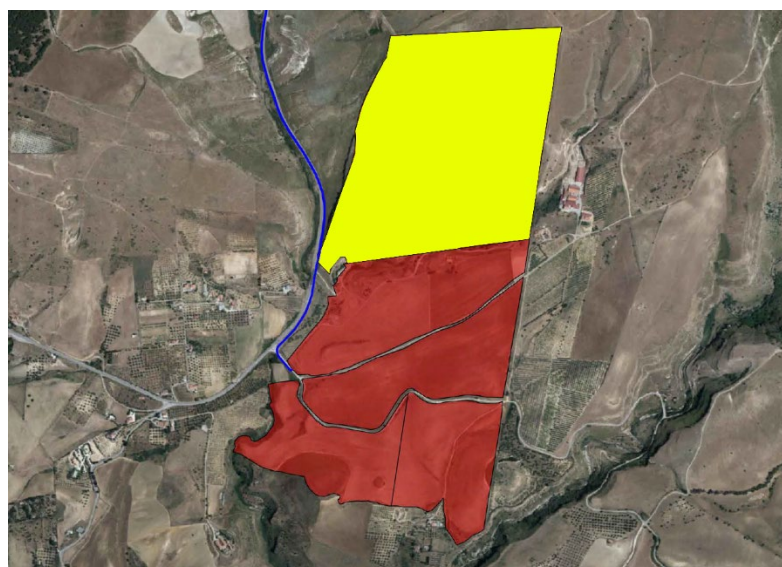
Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

**B.2) la producibilità elettrica dell’impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.**

Per verificare il rispetto del requisito B.1, l’impianto dovrà inoltre dotarsi di un sistema per il monitoraggio dell’attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D.

Il requisito B viene ampiamente soddisfatto bisogna fare qui delle precisazioni che delinea le condizioni agricole ante operam e post operam nelle varie porzioni del fondo:

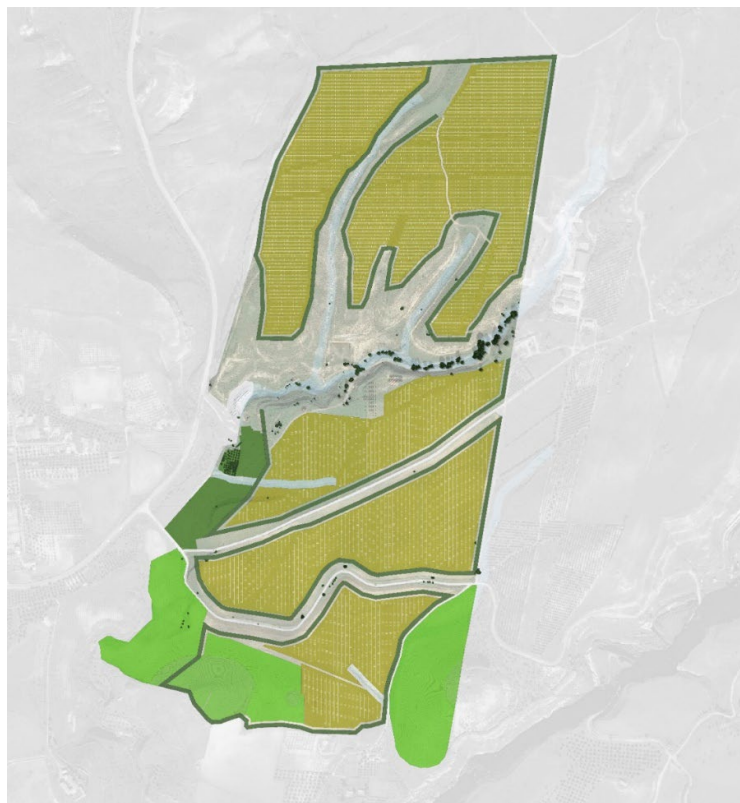


**Fig. 14. Coltivazioni ante operam in giallo l’area utilizzata come pascolo spontaneo, in rosso i seminativi in rotazione.**

- ✓ nell’area nord (area in giallo) il sito si presenta poco adatto alla coltivazione a causa di irregolarità della superficie, eccessiva inclinazione in alcuni punti, presenza abbondante di scheletro e di roccia affiorante, ed infatti questa porzione del fondo è stata storicamente destinato a pascolo spontaneo;
- ✓ nell’area sud (area in rosso) il terreno si presenta pianeggiante e facilmente coltivabile, questa porzione storicamente è sempre stata destinata alla coltivazione di cereali in rotazione con leguminose.

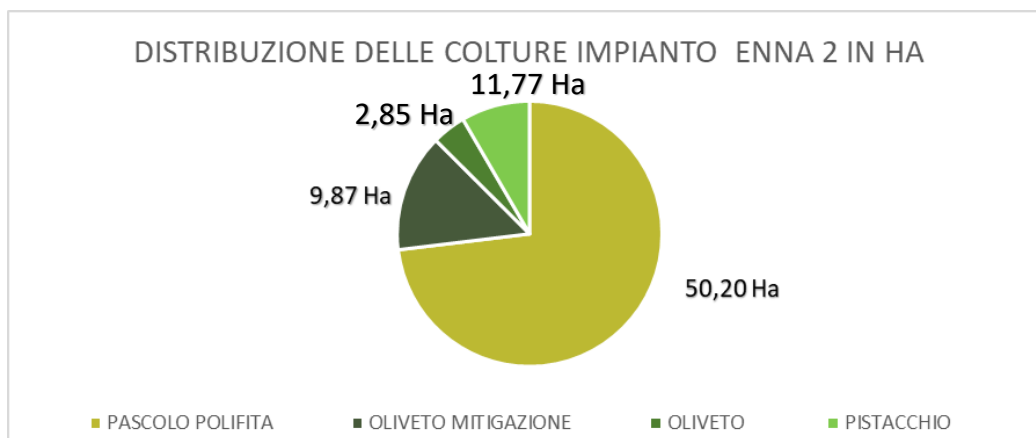
Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA



**Fig.15. Coltivazioni post operam**

La distribuzione delle coltivazioni in post operam destinerà il pascolo polifita all’area destinata ai moduli fotovoltaici (area color tortora), mentre a ridosso dell’area di competenza della legge Galasso (in verde scuro) sarà impiantato un nuovo oliveto che verrà consociato ad una piccola porzione (0,3 ha) già esistente (vedasi figura 15).



Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

A dimostrazione che la situazione post operam soddisferà il requisito B.1 ci si avvarrà un’analisi schematizzata da cui si evince il soddisfacimento del requisito:

ANALISI UTILE DI ESERCIZIO (ante operam con rotazione)				
	SUPERFICIE COLTURA			RICAVI €
<b>OPZIONE 1</b>				
PASCOLO	18,88 (area nord)			11328
FRUMENTO	23,58			33012
TOTALE RICAVI				44340
<b>UTILE DI ESERCIZIO</b>				<b>44340</b>
<b>OPZIONE 2</b>				
PASCOLO	18,88 (area nord)			11328
SULLA	23,58			9432
TOTALE RICAVI				20760
<b>UTILE DI ESERCIZIO</b>				<b>20760</b>

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

ANALISI UTILE DI ESERCIZIO (post operam)				
	SUPERFICIE COLTURA			RICAVI
PASCOLO POLIFITA	18,88 (area nord)			20.080
PISTACCHIETO	11,77			122101
OLIVETO	12,72			29256
TOTALE RICAVI				166412
<b>UTILE DI ESERCIZIO</b>				<b>166412</b>

Sulla base del conto economico appena riportato si ha un aumento dell’utile netto in entrambi i casi dati dalle rotazioni che vengono fatte nelle coltivazioni estensive:

- nelle annate di produzione del frumento considerando i valori medi si ha un incremento dell’utile di esercizio di **euro 112.717**
- nelle annate di produzione di sulla considerando i valori medi si ha un incremento dell’utile di esercizio di **euro 145.652**

### ***B.2 Producibilità elettrica minima***

La producibilità elettrica minima viene stabilita attraverso un rapporto tra la produzione specifica di un impianto agrivoltaico e la producibilità elettrica specifica di un impianto fotovoltaico standard sulla stessa area d’impianto costituito da strutture fisse orientate a sud e con inclinazione di 27,5° (pari alla latitudine del sito di installazione meno 10°). La producibilità dell’impianto agrivoltaico non deve essere inferiore al 60% della producibilità dell’impianto standard.

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

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

Grazie ad una simulazione è stato possibile ricavare che il valore di producibilità relativa dell’impianto agrivoltaico in oggetto si attesta a 1,30 GWh/ha/y rispetto ai 1,62 GWh/ha/y di un impianto fotovoltaico standard con un rapporto tra i due valori di producibilità, corrispondente al 80,1%, tale per cui è possibile far ricadere l’impianto del presente progetto nella definizione di sistema agrivoltaico.

### 3.3. REQUISITO C

**L’impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra.**

La configurazione spaziale del sistema agrivoltaico, e segnatamente l’altezza minima di moduli da terra, influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l’area occupata dall’impianto agrivoltaico o solo sulla porzione che risulti libera dai moduli fotovoltaici. Nel caso delle colture agricole, l’altezza minima dei moduli da terra condiziona la dimensione delle colture che possono essere impiegate (in termini di altezza), la scelta della tipologia di coltura in funzione del grado di compatibilità con l’ombreggiamento generato dai moduli, la possibilità di compiere tutte le attività legate alla coltivazione ed al raccolto. Le stesse considerazioni restano valide nel caso di attività zootecniche, considerato che il passaggio degli animali al di sotto dei moduli è condizionato dall’altezza dei moduli da terra (connettività).

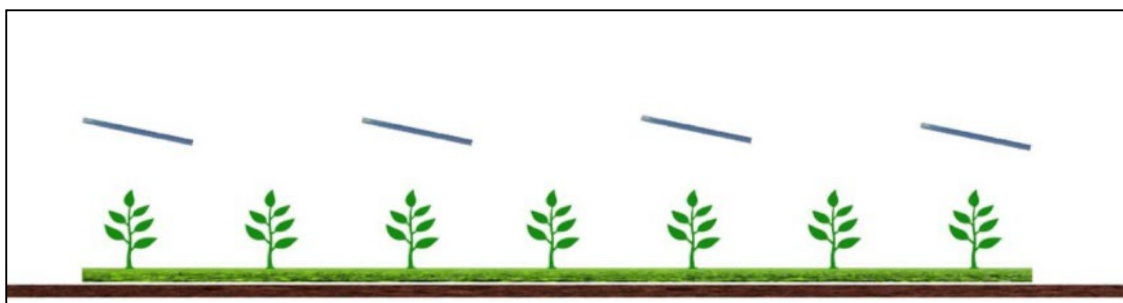
In sintesi, l’area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l’intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell’impianto agrivoltaico.

TIPO 1) l’altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l’impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicare nella prestazione di protezione della coltura

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

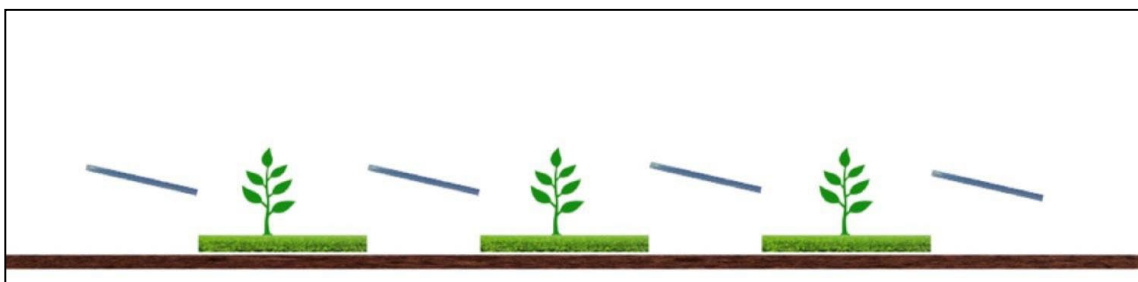
(da eccessivo soleggiamento, grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici. In questa condizione la superficie occupata dalle colture e quella del sistema agrivoltaico coincidono, fatti salvi gli elementi costruttivi dell’impianto che poggiano a terra e che inibiscono l’attività in zone circoscritte del suolo.



**Figura 16 - Sistema agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e sotto a essi (TIPO 1).**

Per differenziare gli impianti fra il tipo 1) e il 2) l’altezza da terra dei moduli fotovoltaici è un parametro caratteristico.

TIPO 2) l’altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un uso combinato del suolo, con un grado di integrazione tra l’impianto fotovoltaico e la coltura più basso rispetto al precedente (poiché i moduli fotovoltaici non svolgono alcuna funzione sinergica alla coltura).



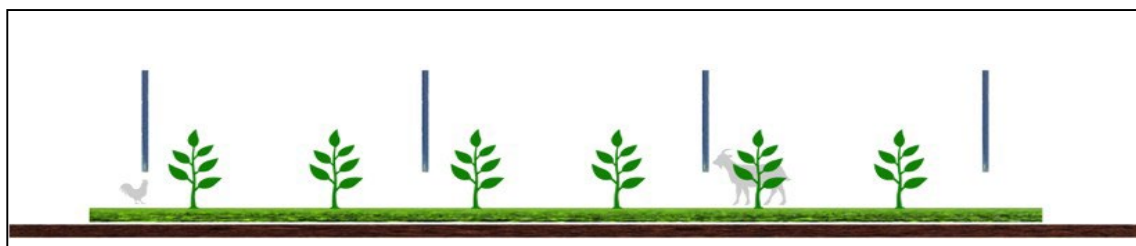
**Figura 17 - Sistema agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli**

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

### **fotovoltaici, e non al di sotto di essi (TIPO 2)**

TIPO 3) i moduli fotovoltaici sono disposti in posizione verticale (figura 18). L'altezza minima dei moduli da terra non incide significativamente sulle possibilità di coltivazione (se non per l'ombreggiamento in determinate ore del giorno), ma può influenzare il grado di connessione dell'area, e cioè il possibile passaggio degli animali, con implicazioni sull'uso dell'area per attività legate alla zootecnia. Per contro, l'integrazione tra l'impianto agrivoltaico e la coltura si può esplicare nella protezione della coltura compiuta dai moduli fotovoltaici che operano come barriere frangivento.



**Figura 18 - Sistema agrivoltaico in cui i moduli fotovoltaici sono disposti verticalmente. La coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici (TIPO 3).**

Per differenziare gli impianti fra il tipo 1) e il 2) l'altezza da terra dei moduli fotovoltaici è un parametro caratteristico.

Considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e l'altezza media dei moduli su strutture mobili, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, si possono fissare come valori di riferimento per rientrare nel tipo 1) e 3):

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

macchinari funzionali alla coltivazione).

Si può concludere che:

- Gli impianti di tipo 1) e 3) sono identificabili come impianti agrivoltaici avanzati che rispondo al REQUISITO C.
- Gli impianti agrivoltaici di tipo 2), invece, non comportano alcuna integrazione fra la produzione energetica ed agricola, ma esclusivamente un uso combinato della porzione di suolo interessata.

**Il sistema agrivoltaico Enna 2 soddisfa il requisito C** in quanto è dotato di impianto di tipo 1 che consente l’attività di mantenimento delle attività agricola mediante il pascolamento di ovini.

L’altezza minima da terra dei moduli sia nella zona Nord che nella zona Sud di circa 1,30 m. Le strutture non arrecano disturbo alla mandria, anzi costituiscono un riparo dalla radiazione solare nei mesi caldi e dalle intemperie nei mesi invernali. Nel progetto è prevista la presenza di un paddock recintato con mangiatoie ed abbeveratoi, in una zona pianeggiante in cui vi è una ex cava al di sopra dell’impluvio centrale. Questa area, ha sempre fatto parte delle tare aziendali e non è mai stata oggetto di coltivazione.

### 3.4.

#### REQUISITI D ed E

##### Sistemi di monitoraggio

Il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D) e prevedono:

D.1) il risparmio idrico;

D.2) la continuità dell’attività agricola, ovvero: l’impatto sulle colture, la produttività



Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

In aggiunta a quanto sopra, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E):

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

Tutti i requisiti richiesti risultano dunque soddisfatti.

**Il sistema agrivoltaico Enna 2 soddisfa il requisito D.1** tutte le coltivazioni, saranno condotte in asciutta, prevedendo irrigazioni di soccorso solo nel periodo estivo o di forte stress idrico e nelle prime fasi di crescita delle specie arboree.

**Il Sistema agrivoltaico Enna 2 soddisfa appieno il requisito D.2** in quanto si manterrà l'attività agricola su tutta la superficie migliorandone le performance economiche così come dimostrato con i conti economici già riportati.

**Il Sistema agrivoltaico Enna 2 soddisfa appieno il requisito E1** mediante razionali pratiche agronomiche, nello specifico:

- con il minimum tillage si aumenta la fertilità del suolo, favorendo la microfauna, questo assieme all'ombreggiamento dato dai moduli minimizza la mineralizzazione della sostanza organica aumentandone così i livelli nel tempo.

- si apporterà il letame ovino prodotto in azienda.

- non verranno usati concimi e antiparassitari di sintesi.



Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

---

**Il Sistema agrivoltaico Enna 2 soddisfa appieno il requisito E2** che fa riferimento al microclima al di sotto dei moduli fotovoltaici, questo sarà soddisfatto mediante attività di ricerca fatta in collaborazione con il Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente dell’Università di Catania, che mediante rilievi opportunamente pianificati ed effettuati con strumentazione di ultima generazione, studierà gli effetti dei moduli sul suolo sottostante e le interazioni tra i vari fattori.

GRUPPO DI LAVORO

Dott. Agr. Angelo Nastasi

PROGETTISTA P.P.V

Ing. Salvatore Camillieri

Prof. Antonio C. Barbera

Agr. Dott. Jr Francesca Di Stefano

Dott. Geol. Franco Privitera Garozzo

#### 4. Bibliografia

Adeh E.H., Good S.P., Calaf M. and Higgins C.W., 2019. Solar PV Power Potential is Greatest Over Croplands. *Nature Scientific Reports* 9:11442.

Agostini A, Battini F, Giuntoli J, Tabaglio V, Padella M, Baxter D, et al. Environmentally sustainable biogas? The key role of manure co-digestion with energy crops. *Energies* 2015.

Agostini A., Colauzzi M., Amaducci S., 2021. Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment. *Applied Energy* 281 (2021) 116102.

Amaducci S., Yinb X., Colauzzi M., 2018. Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy* 220, 545–561.

Barone E., F. Sottile E. Palazzolo and T. Caruso. Effect of Rootstock on Trunk Growth and Foliar Mineral Content in Cv. Bianca Pistachio (*Pistacia Vera* L.) Trees.

Bennamoun L. Integration of photovoltaic cells in solar drying systems. *Drying Technol* 2013; 31(11):1284–96.

BRE (2014) Biodiversity Guidance for Solar Developments (eds. G.E. Parker and L. Greene).

Calvert K, Mabee W. More solar farms or more bioenergy crops? Mapping and assessing potential land-use conflicts among renewable energy technologies in eastern Ontario, Canada. *Appl Geogr* 2015; 56:209–21.

Cuce E, Harjunowibowo D, Cuce PM. Renewable and sustainable energy saving strategies for greenhouse systems: a comprehensive review. *Renew Sustain Energy Rev* 2016; 64:34–59.

DIN SPEC 91434:2021-05. Agri-photovoltaic systems, Requirements for primary agricultural use. ICS27.160; 65.020.01.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

Dincer I. Renewable energy and sustainable development a crucial review. *Renew Sustain Energy Rev* 2000; 4:157–75.

Dinesh H, Pearce JM. The potential of agrivoltaic systems. *Renew Sustain Energy Rev* 2016; 54:299–308.

Dupraz C, Talbot G, Marrou H, Wery J, Roux S, Liagre F, et al. To mix or not to mix: evidences for the unexpected high productivity of new complex agrivoltaic and agroforestry systems 2011. In: *Proceedings of the 5th world congress of conservation agriculture: resilient food systems for a changing world*.

Encarnación V. Taguasa, Karl Vanderlindenb, Aura Pedrera-Parrillab, Juan V. Giráldeza, José A. Gómezc. Spatial and temporal variability of spontaneous grass cover and its influence on sediment losses in an extensive olive orchard catchment.

European Union. DIRECTIVE (EU) 2018/2001 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast). 11 December 2018.

Goetzberger A, Zastrow A. On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *Int J Sol Energy* 1982; v1:55–69.

Informatore zootecnico. Pascolo di esercizio? Se fatto bene, pochi costi e tanti benefici.

James Hansen, Makiko Sato, Pushker Kharecha, Karina von Schuckmann, David J. Beerling, Junji Cao, Shaun Marcott, Valerie Masson-Delmotte, Michael J. Prather, Eelco J. Rohling, Jeremy Shakun, Pete Smith, Andrew Lacis, Gary Russell, and Reto Ruedy, 2017. Young people’s burden: requirement of negative CO<sub>2</sub> emissions. *Earth Syst. Dynam.*, 8, 577–616

L. Fernández-Lobato, Y. López-Sánchez, R. Baccar, M. Fendri, D. Vera. Life cycle assessment of the most representative virgin olive oil production systems in Tunisia.

Marino Giulia, Francesco Paolo Marra. Horticultural management of Italian Pistachio orchard systems: current limitations and future prospective.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

Marrou H, Guilioni L, Dufour L, Dupraz C, Wery J. Microclimate under agrivoltaic systems: is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? *Agric For Meteorol* 2013; 177:117–32.

MASE. Linee guida in materia di impianti agrivoltaici.

Masood Khezri, Richard Heerema, Gurreet Brar, Louise Ferguson. Alternate bearing in pistachio (*Pistacia vera* L.).

Maximizing Biomass with Agrivoltaics: Potential and Policy in Saskatchewan Canada.

MEF. PNRR. Piano Nazionale di ripresa e resilienza.

Ministero dello Sviluppo Economico. Proposta di Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima; 2019.

Mondino EB, Fabrizio E, Chiabrando R. Site selection of large ground-mounted photovoltaic plants: a GIS decision support system and an application to Italy. *Int J Green Energy* 2015; 12(5):515–25.

Myles A, Mustafa B, Yang C, de Coninck H. Global Warming of 1.5°C. Summary for Policymakers. IPCC 2018.

Najmeh Hosseini, Farkhondeh Rezanejad and Elaheh ZamaniBahramabadi. Effects of Soil Texture, Irrigation Intervals, and Cultivar on some Nut Qualities and Different Types of Fruit Blankness in Pistachio (*Pistacia vera* L.).

Nonhebel S. Renewable energy and food supply: will there be enough land? *Renew Sustain Energy Rev* 2005; 9(2):191–201.

Rajagopal D, Sexton S, Roland-Holst D, Zilberman D. Challenge of biofuel: filling the tank without emptying the stomach? *Environ Res Lett* 2007;2(4):1–9.

Regolamento (UE) n. 1306/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio.

Regolamento (UE) n. 1307/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, articolo 4.

REN21. Renewables 2020 Global Status Report. 2020.

Impianto Fotovoltaico denominato “Enna 2”, Comune di Enna (EN) – 42 MWac – 50,076 MWp

RELAZIONE AGRIVOLTAICA

---

Samiha Ouni<sup>1</sup>, Azza Chelli Chaabouni, Luis Noguera-Artiaga, Francisca Hernández, Hmida Ben Hamda, Imen Ouerghui Ángel A. Carbonell-Barrachina, and Ali Rhouma. Effects Of Two Rootstocks (Pistacia Vera L. And Pistacia Atlantica Desf.) On The Yield, Morphology, Chemical Composition, And Functional Properties Of Two Pistachio Varieties (“Mateur” And “Achoury”).

Scognamiglio A. ‘Photovoltaic landscapes’: design and assessment. A critical review for a new transdisciplinary design vision. *Renew Sustain Energy Rev* 2016; 55:629–61.

Senato della Repubblica Italiana. Relazione sullo stato di attuazione degli impegni per la riduzione delle emissioni di gas serra.

Smith et al., 2000. *Advances in Agronomy*, 69: 75-97.

Xue J. Photovoltaic agriculture - new opportunity for photovoltaic applications in China. *Renew Sustain Energy Rev* 2017; 73:1–9.

Zanon B, Verones S. Climate change, urban energy and planning practices: Italian experiences of innovation in land management tools. *Land Use Policy* 2013; 32:343–55.