



COMUNE DI ORDONA
PROVINCIA DI FOGGIA



Provincia di Foggia

"PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGROVOLTAICO AVANZATO CON ANNESSO
ALLEVAMENTO OVINO E RELATIVE OPERE
ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA
COMPLESSIVA DI 57,348MWp - 50,000 MWac
E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE "

PROGETTO

MEDITERRANEA

Comune: Ortona (FG)

Fogli: 7 - 8

DITTA

ORDONA SOLAR S.R.L.

ELABORATO: PD_55

SCALA: 1 : //

Titolo dell'allegato:

RELAZIONE AGRONOMICA

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

AGROVOLTAICO

POTENZA: 50,000 MW

| REV | DESCRIZIONE | DATA |
|-----|-------------|------------|
| 0 | EMISSIONE | 09/05/2024 |

Il proponente:

ORDONA SOLAR S.R.L.
VIA L.CARIGLIA,22
P.IVA 04461640718
71121 Foggia FG



IDRI

Il Tecnico:

Dott.ssa Agn. Francesca Grenzi



Indice

| | | |
|-----|--|----|
| 1- | PREMESSA | 3 |
| 2- | DESCRIZIONE DELL'AREA..... | 4 |
| 3- | IL SISTEMA AGRIVOLTAICO..... | 9 |
| | 3.1 Natura dell'intervento | 9 |
| | 3.2 Agrivoltaico di progetto..... | 11 |
| | 3.3 Analisi diffusione dei sistemi Agrivoltaici | 12 |
| | 3.4 Analisi agronomica degli Agrivoltaici..... | 12 |
| | 3.5 Alterazioni microclimatiche e il loro impatto sulle colture | 13 |
| | 3.5.1 Precipitazioni ed efficienza dell'utilizzo dell'acqua | 13 |
| | 3.5.2 Radiazioni solari – Effetto ombreggiamento | 13 |
| | 3.5.3 Suolo | 14 |
| | 3.5.4 Temperatura dell'aria | 14 |
| | 3.5.5 Velocità del vento e direzione del vento | 14 |
| 4- | AGRIVOLTAICO E ATTIVITA' ZOOTECNICA..... | 15 |
| | 4.1 La zootecnica all'interno del sistema Agrivoltaico..... | 15 |
| | 4.1.1 Contesto territoriale e scelta della razza ovina da allevare..... | 15 |
| | 4.1.2 Definizione del gregge e della destinazione d'uso della superficie del sistema Agrivoltaico..... | 17 |
| | 4.1.3 Produzioni zootecniche ottenute | 20 |
| 5- | CERTIFICAZIONI DI QUALITA'..... | 20 |
| 6- | ETICA DELLE PRODUZIONI, CONSUMO DI SUOLO E CARBON FOOT PRINT..... | 21 |
| | 6.1 Benefici sociali | 21 |
| | 6.2 Risultati ambientali..... | 22 |
| 7- | ZOOTECNIA DI PRECISIONE | 22 |
| 8- | USO DEL SUOLO..... | 23 |
| | 8.1 Analisi Corine Land Cover | 24 |
| 9- | CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE | 26 |
| 10- | CLIMA | 28 |
| 11- | ANALISI COSTI E BENEFICI AGRIVOLTAICO..... | 30 |
| | 11.1 La definizione del piano colturale..... | 30 |
| | 11.2 Metodologia di analisi piano colturale | 31 |
| | 11.3 Erbaio polifita per il pascolo | 32 |
| | 11.4 Valutazione agronomica ed economica | 33 |
| 12- | DESCRIZIONE TECNICA DEL PROGETTO..... | 35 |

| | |
|---|----|
| 13- CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO | 36 |
| 14 - REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO..... | 40 |
| 14.1 - Requisito A - L'impianto rientra nella definizione di "Agrivoltaico" | 40 |
| A.1) Superficie minima coltivata..... | 41 |
| A.2) Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR) | 43 |
| 14.2 - Requisito B: La produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli..... | 44 |
| 14.3 - Requisito C: Moduli elevati da terra TIPO 1 | 55 |
| 14.4 - Requisiti D ed E – Sistemi di monitoraggio..... | 56 |
| 15- CONCLUSIONI | 61 |
| BIBLIOGRAFIA | 63 |

1- PREMESSA

Il presente Progetto rappresenta la costruzione di un “Impianto Agrivoltaico di tipo avanzato a terra di potenza complessiva d’immissione pari a **57.348,62 kW** in agro di Ortona – località Coppa Bianca e Cavallerizza, con annesso allevamento ovino”.

Il soggetto Proponente della pratica seguente è la Società ORDONA SOLAR S.r.l., con sede legale a Foggia, alla Via L. Cariglia n. 22, iscritta nella Sezione Ordinaria della Camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Foggia n. FG –329665, Partita IVA e Codice Fiscale n. 04461640718.

La società Ortona solar S.r.l. è specializzata nella progettazione, costruzione, gestione e manutenzione di impianti alimentati da Fonti Rinnovabili tipo Vento, Sole, Acqua, etc. Per tale progetto verrà costituita un’ATI (Associazione Temporanea d’Impresa) tra la succitata società proponente ed altre società agricole pronte a partecipare al medesimo progetto, stabilendo un programma ed i limiti di collaborazione, disponendo di un atto costitutivo con durata coincidente con i tempi effettivi della vita utile del progetto (*Soggetto B*).

La proponente ha conferito l’incarico dello studio di fattibilità del progetto zootecnico assimilabile al sistema Agrivoltaico in esame, con redazione di una “Relazione delle Produzioni Agricole in ambito APV” alla Dott.ssa Francesca Grenzi, Agronomo, libero professionista, iscritto all’Ordine dei dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Foggia al n°699.

Tale progetto è assoggettato al procedimento di PAS (Procedura Abilitativa Standard) e prevede la realizzazione di un impianto Agrivoltaico, con una potenza pari a **57.348,62 kW**, costituito da n° **82.516** moduli fotovoltaici, ciascuno di potenza pari a **695 W**, installati su dei solar Tracker monoassiali di tipo 1V, comprensivo di opere connesse nonché delle infrastrutture indispensabili alla costruzione dell’impianto stesso.

I solar Tracker 1V sono strutture rotanti ad inseguimento solare ad un grado di libertà, ruotando attorno ad un asse parallelo all’asse Nord- Sud, inseguendo il sole durante il suo percorso nel cielo. Tale grado di libertà permette di incrementare la producibilità energetica dell’impianto di produzione rispetto agli impianti di tipo fisso, garantendo l’esposizione ottimale dei moduli fotovoltaici rispetto all’irradiazione solare, installati ad una quota dal suolo tale da garantire un’altezza utile di 1,30 mt al fine di assicurare il giusto “spazio poro” o “volume Agrivoltaico” per la buona continuità dell’attività di pascolo sotto gli stessi.

Il presente progetto Agrivoltaico avanzato è stato redatto nel rispetto dei requisiti e delle indicazioni riportate nel documento “Linee Guida in materia di impianti Agrivoltaici” pubblicato a Giugno 2022 dal gruppo di lavoro coordinato dal Ministero della Transizione Ecologica – Dipartimento per l’energia composto dal CREA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria, GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A., ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l’energia e lo sviluppo economico sostenibile e RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.a.

L’obiettivo finale prefissato dal seguente progetto è quello di realizzare un impianto Agrivoltaico sostenibile di tipo avanzato, garantendo la continuità agronomica, ottimizzando ed utilizzando in modo efficiente ed efficace il territorio e l’area d’impianto scelta, producendo energia elettrica pulita, senza emissione di gas serra e, allo stesso tempo, garantendo una remunerazione ottimale alle attività agricole presenti sul territorio.

Nel presente elaborato verranno analizzati e descritti i seguenti punti:

- 1- stato dei luoghi e delle aree ad essa limitrofe;
- 2- caratteristiche dell'impianto Agrivoltaico rispetto ai requisiti riportate nelle Linee Guida del MITE;
- 3- sistema Agrivoltaico e alla natura dell'intervento;
- 4- attività agro-zootecniche idonee all'areale e agli accorgimenti gestionali data la presenza dell'impianto fotovoltaico;
- 5- piano colturale da attuarsi durante l'esercizio dell'impianto fotovoltaico con indicazione della redditività attesa.

2- DESCRIZIONE DELL'AREA

L'Area oggetto di intervento è costituita da due lotti di terreno localizzato in agro di Ordon, in Provincia di Foggia. L'impianto è suddiviso in due Tessere come così descritto:

TESSERA 1

Comune di Ordon - Località Coppa Bianca, di seguito in Tabella n. 1 i dettagli catastali dell'area di intervento

| Lotto | Foglio | Località | Particelle |
|-----------|--------|--------------|---|
| Tessera 1 | 7 | Coppa Bianca | 5,41,44,230,234,43,6,337,800,801,281,280,285,794,23,114,411,406,431,434,210,106,105,104,80,103,81,39,82,102,252,254,251,253,250 |

Tab. 1 – Elenco fogli di mappa e particelle

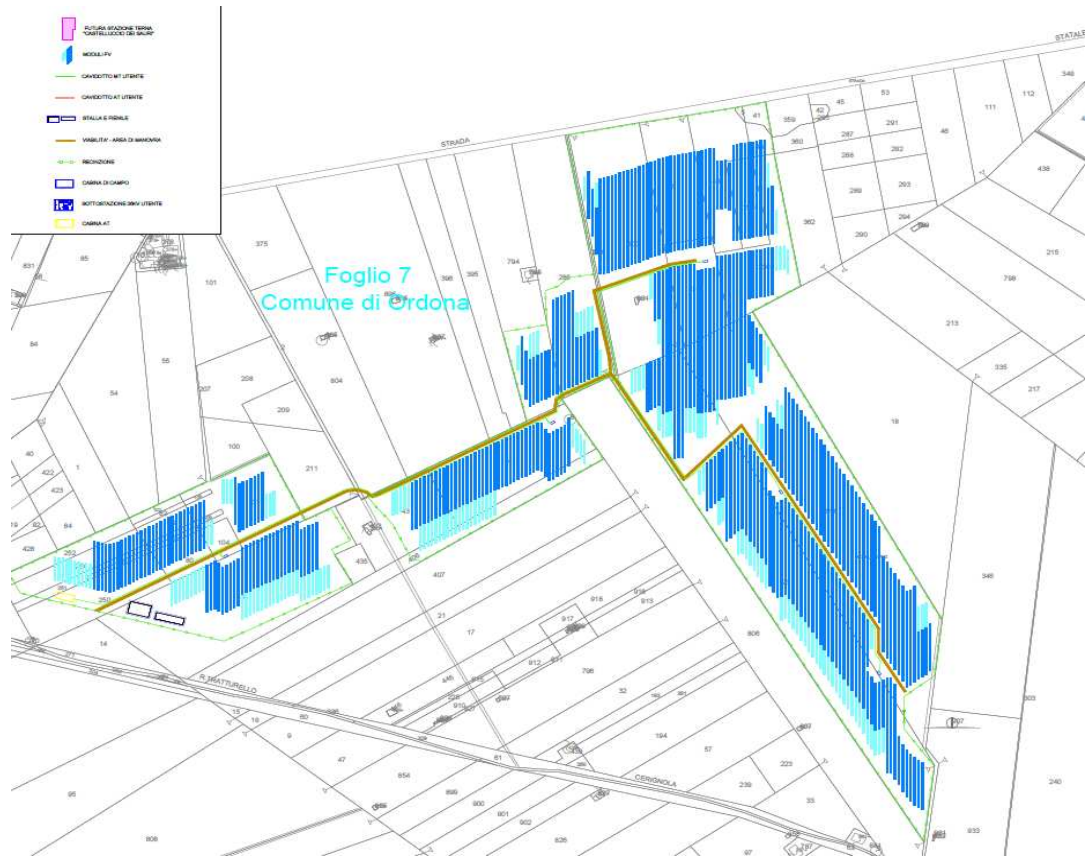
TESSERA 2

Comune di Ordon - Località Cavallerizza, di seguito in Tabella n. 2 i dettagli catastali dell'area di intervento

| Lotto | Foglio | Località | Particelle |
|-----------|--------|--------------|--|
| Tessera 2 | 8 | Cavallerizza | 819,692,678,679,680,822,823,824,825,393,394,27 |

Tab. 2 – Elenco fogli di mappa e particelle

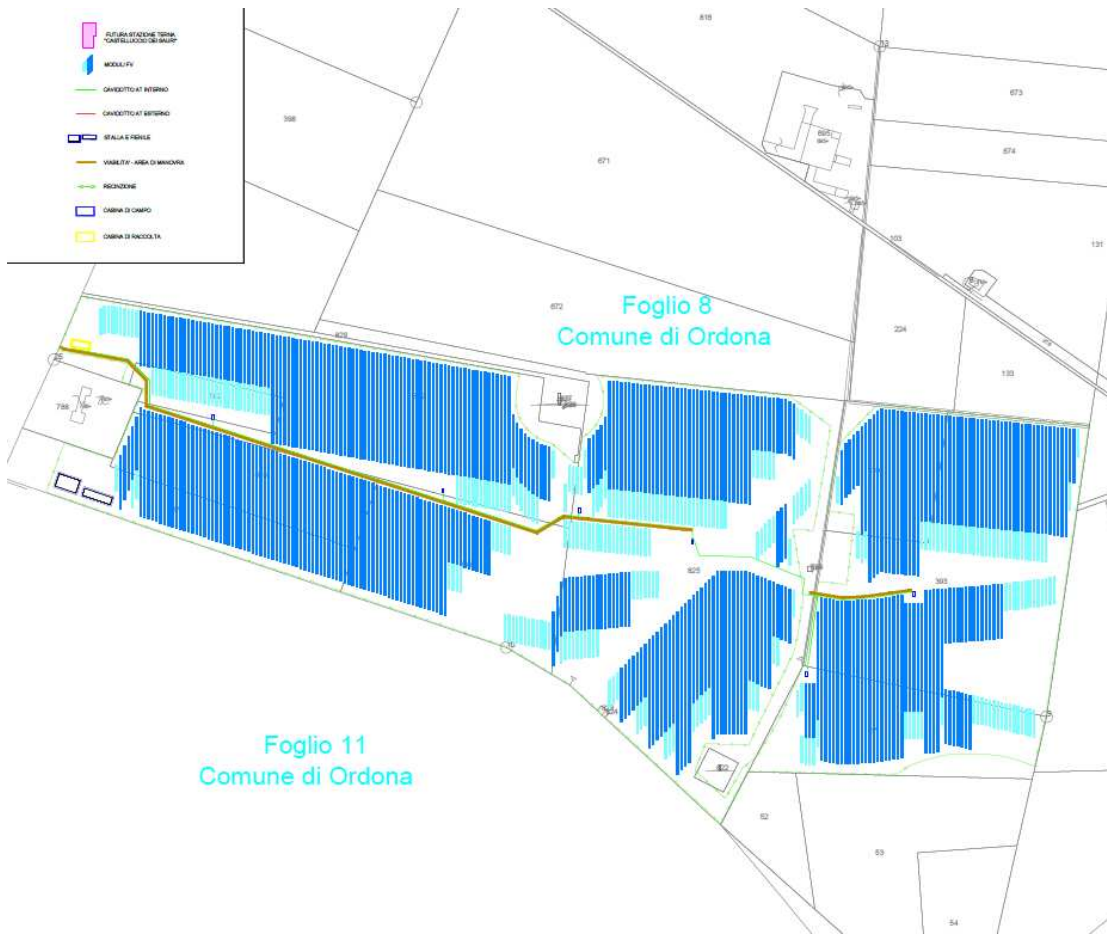
Le Cabine Elettriche di Consegna ed Utente verranno realizzate all'interno del territorio comunale di Ordon al Foglio **23** particella **1155**.



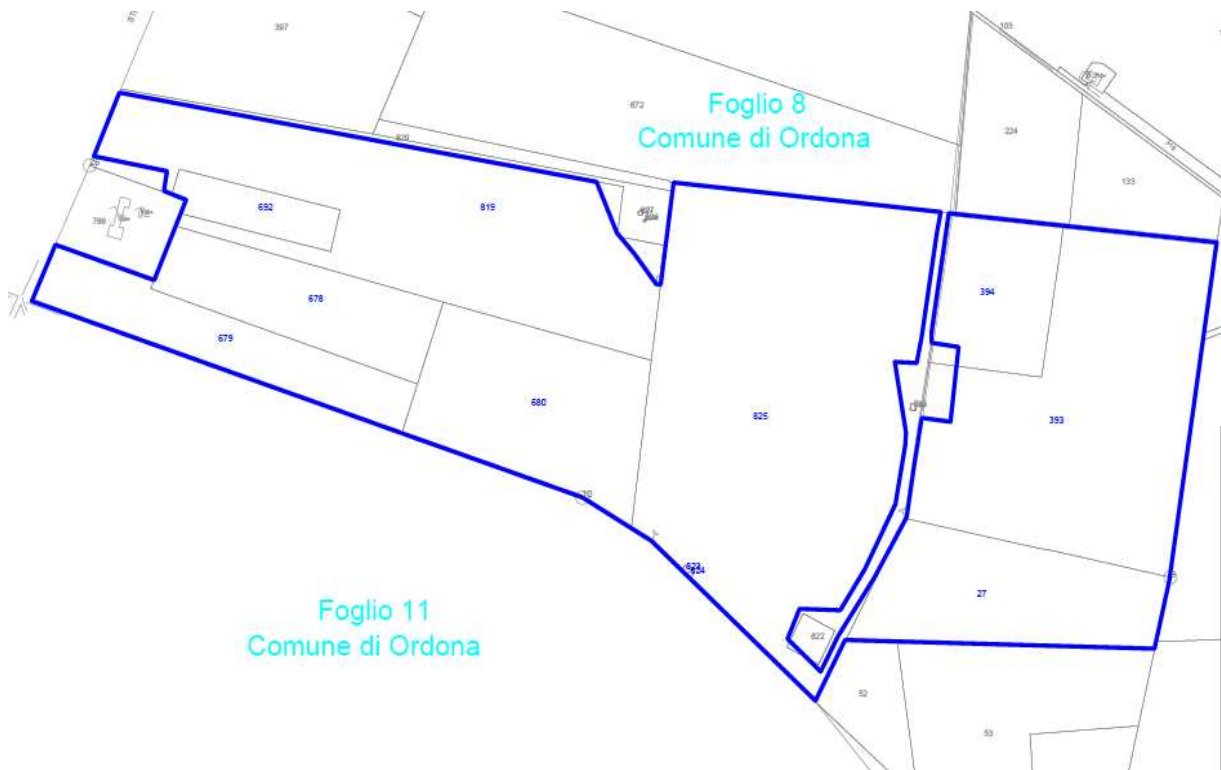
Tav.1A: Inquadramento catastale area progetto – tessera 1



Tav.2A: Inquadramento catastale area progetto con particelle – tessera 1



Tav.1B: Inquadramento catastale area progetto – tessera 2

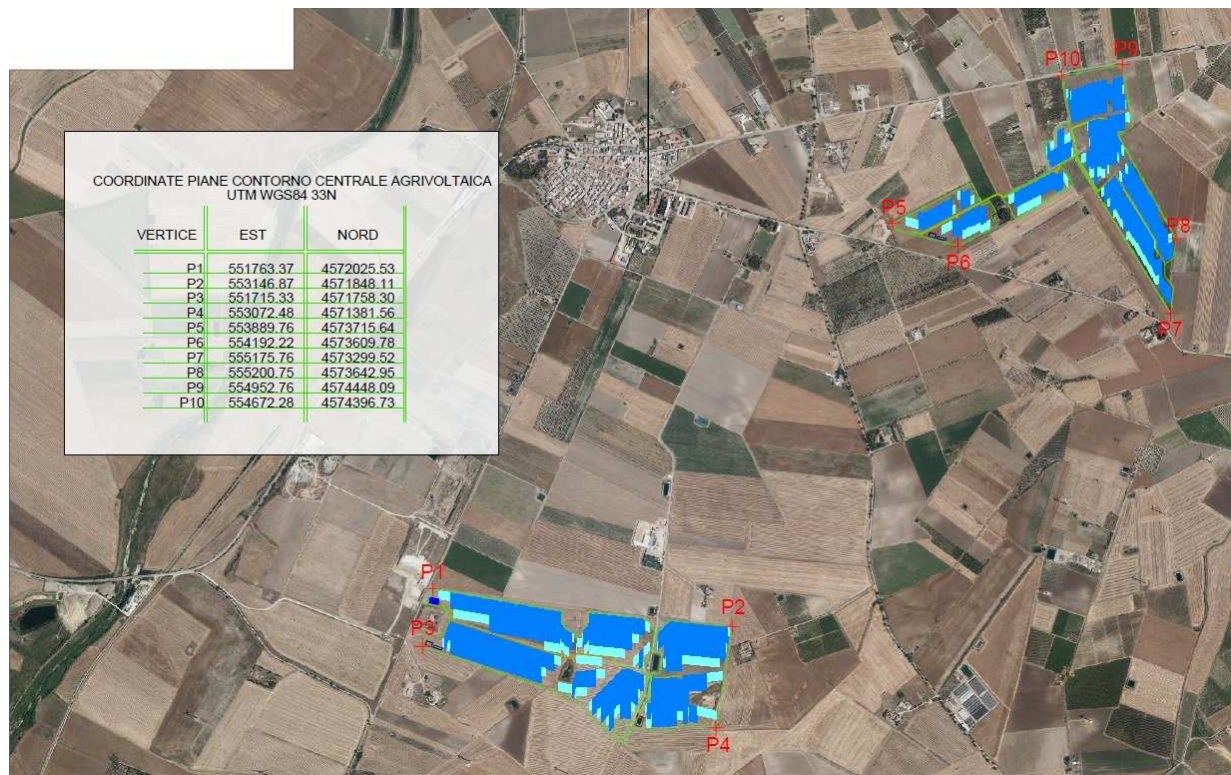


Tav.2B: Inquadramento catastale area progetto con particelle – tessera 2



Tav.3: Inquadramento su Ortofoto delle opere di rete e d'impianto

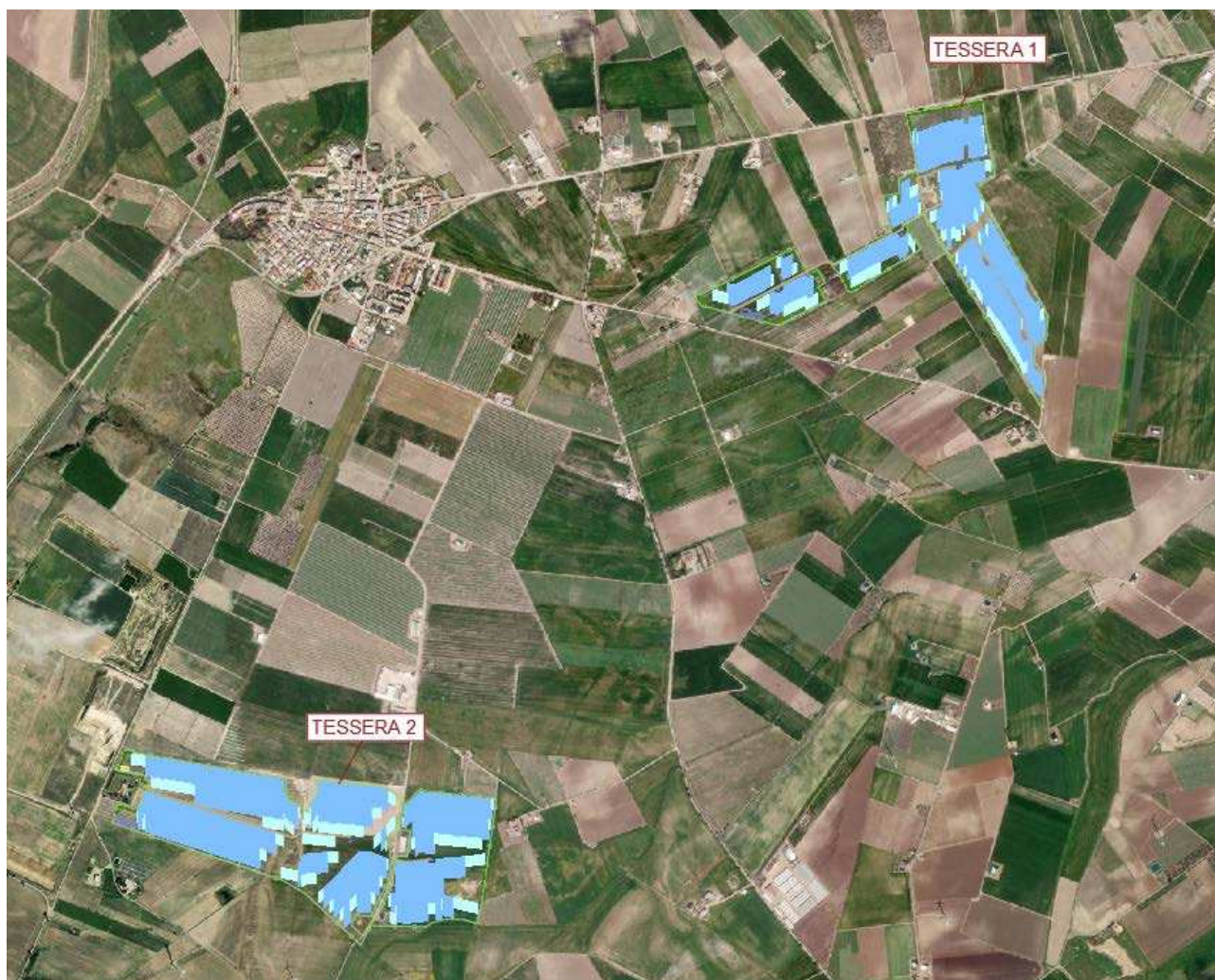
Secondo il sistema di geo-localizzazione UTM ED 50 e WGS 84, la localizzazione baricentrica del lotto è la seguente:



Tav.4: Localizzazione baricentrica delle aree secondo il sistema di riferimento - UTM ED50 e sistema WGS 84

Il terreno, secondo lo strumento urbanistico del comune di Ordonà, ricade in zona agricola "E".

L'impianto in Località "Coppa Bianca" è accessibile mediante la Contrada Monterozzi, mentre l'impianto in Località "Cavallerizza" mediante la Strada Comunale Ascoli Satriano-Ordonà.



Tav.5: Inquadramento su Ortofoto area di intervento complessiva

La natura del terreno interessato è pianeggiante con un'altimetria intorno ai 120 m s.l.m. , questa altitudine è tipica delle aree pianeggianti del Tavoliere delle Puglie. Il suolo del comune di Ordonà presenta caratteristiche di natura franco-argillosa con bassa presenza di scheletro costituito da elementi litoidali di ridotte dimensioni derivanti dall'affioramento verificatosi nel corso delle continue lavorazioni meccaniche del terreno. Per quanto concerne le caratteristiche pedo-climatiche, i terreni sono di origine alluvionale, tipiche del Tavoliere, con la frazione franco-argillosa prevalente su quella sabbiosa. I terreni si presentano con un buon drenaggio e in assenza di fenomeni di ristagni idrici. Il sistema di coltivazione presente è di tipo convenzionale basato sulla coltivazione di seminativi estensivi a regime seccagno come graminacee e leguminose quali frumento duro, avena, favino e pisello.

La natura del terreno interessato presenta caratteristiche che riflettono le condizioni geologiche, climatiche e agricole della regione. Ecco una panoramica dettagliata delle principali caratteristiche del suolo di Ordonà:

- **Argilloso-calcareo:** La composizione prevalente del suolo è argillosa e calcarea, che riflette la natura geologica del Tavoliere delle Puglie. Questo tipo di suolo tende a trattenere bene l'umidità ma può avere problemi di drenaggio.
- **Presenza di sostanza organica:** Il suolo contiene una quantità moderata di sostanza organica, essenziale per la fertilità e la salute delle piante.
- **Compattezza:** I suoli argillosi sono spesso compatti, il che può limitare la penetrazione delle radici e il movimento dell'acqua. Tuttavia, con una gestione adeguata, come la lavorazione del terreno e l'uso di ammendanti organici, è possibile migliorare la struttura del suolo.
- **Capacità di ritenzione idrica:** Grazie alla loro composizione, i suoli argilloso-calcarei di Ortona hanno una buona capacità di trattenere l'acqua, che è vantaggiosa durante i periodi di siccità.
- **Adatto per diverse colture:** Il suolo di Ortona è fertile e adatto per una varietà di colture, inclusi cereali, ortaggi, olive e uva. La fertilità è sostenuta dalla pratica di rotazioni colturali e dall'uso di fertilizzanti organici e inorganici.
- **pH alcalino:** La presenza di calcare rende il suolo generalmente alcalino, con un pH superiore a 7. Questo può influenzare la disponibilità di alcuni nutrienti, ma molte colture mediterranee sono ben adattate a queste condizioni.
- **Agricoltura intensiva:** L'agricoltura è l'uso principale del suolo a Ortona, con ampie superfici destinate alla coltivazione di grano, pomodori, olive e viti. L'uso del suolo è intensivo, ma le pratiche agricole moderne cercano di mantenere un equilibrio tra produttività e sostenibilità.
- **Irrigazione:** La disponibilità di sistemi di irrigazione è cruciale per l'agricoltura locale, soprattutto durante i periodi estivi secchi. L'irrigazione aiuta a compensare la variabilità delle precipitazioni e a sostenere la produzione agricola.
- **Salinità:** In alcune aree, la salinità del suolo può essere un problema, influenzando negativamente la crescita delle piante. L'uso di tecniche di gestione dell'acqua e la selezione di colture tolleranti alla salinità possono aiutare a mitigare questo problema.

3- IL SISTEMA AGRIVOLTAICO

3.1 Natura dell'intervento

Lo sviluppo di fonti di energia rinnovabile come sistema per soddisfare la sempre maggiore domanda globale di energia e contemporaneamente ridurre le emissioni di gas serra dovuti all'utilizzo dei combustibili fossili rappresenta una delle principali sfide sociali per l'umanità. L'espansione della produzione di energia pulita mediante utilizzo di pannelli fotovoltaici (FV) su larga scala è essenziale per gli sforzi globali volti a ridurre e mitigare il cambiamento climatico e gli effetti dello stesso. Un limite allo sviluppo degli impianti fotovoltaici è rappresentato dal suo ampio fabbisogno di suolo e spazio, che va a scontrarsi con la crescente concorrenza dell'aumento della domanda alimentare dovuta dalla crescita della popolazione mondiale. Al fine di rispondere ad entrambe le domande è stato ideato il sistema Agrivoltaico (APV), essi sono in grado di integrare la produzione agricola e la generazione di energia fotovoltaica, offrendo dunque una soluzione potenziale al problema della competizione del suolo. Inoltre, il sistema consente di migliorare l'accesso all'acqua utilizzabile intorno agli impianti fotovoltaici, insieme alla deviazione della stessa acqua per la pulizia e l'irrigazione delle superfici fotovoltaiche. La riduzione delle risorse idriche estratte per l'irrigazione può anche favorire miglioramenti nei risultati ambientali e nella gestione dei costi dei fattori di produzione.

Il sistema dell'APV è un sistema già noto ed utilizzato in Europa, ed esempio in Germania, in Asia come in India e in Cina offre vantaggi reciproci attraverso il nesso cibo-energia-acqua.

Dunque, tale sistema consente di:

- 1- produrre energia elettrica rinnovabile, riducendo l'utilizzo dei combustibili fossili e la produzione di CO₂ in atmosfera e mira a soddisfare la domanda in continuo aumento di energia elettrica;
- 2- ridurre la sottrazione di terreni agricoli alla produzione di prodotti alimentari garantendo un livello di sicurezza alimentare, che è sempre più minacciata dai cambiamenti climatici e da una domanda crescente in seguito al continuo aumento della popolazione su scala globale.

Alcuni studi condotti da Dupraz nel 2011, Elamri nel 2018, Valle nel 2017 hanno, inoltre, dimostrato che il sistema APV offre un grande potenziale economico produttivo poiché consente di aumentare la produttività dei terreni soprattutto nelle aree aride e semiaride; infatti, questa combinazione consentirebbe l'insorgere di effetti collaterali sinergici sulle colture agricole. In queste aree le colture soffrono spesso degli effetti negativi dell'elevata radiazione solare, delle elevate temperature e delle perdite d'acqua. Una elevata perdita d'acqua è dovuta ad una mancata capacità della pianta nel controllare il processo di traspirazione, infatti, un aumento delle temperature riduce la sensibilità delle cellule stomatiche, cellule adibite al controllo della traspirazione e, dunque, comporta una riduzione delle produzioni, una riduzione dell'efficientamento dell'utilizzo della risorsa idrica e morte della coltura. La presenza dei moduli fotovoltaici consentirebbe di ridurre la perdita di acqua per evaporazione e traspirazione ed un miglioramento delle condizioni di stress sulla coltura a causa di una riduzione della perdita eccessiva di acqua. Questo aumento dell'efficienza nell'uso della risorsa idrica raggiunge un livello maggiore di importanza per la compagine civile, considerando i problemi relativi alla scarsità d'acqua nel mondo (generazione di esternalità positive). Da ulteriori ricerche effettuate sugli APV in simulazioni basate su dati di un periodo di 40 anni, Amaducci (12), hanno osservato che coltivare mais sotto APV, in condizioni non irrigate, ha ridotto i processi di evaporazione del suolo ed ha anche aumentato la resa media produttiva. La più alta variazione di resa è stata ottenuta in condizioni di pieno sole. Pertanto, hanno concluso che gli APV possono portare alla stabilizzazione del rendimento produttivo colturale, mitigando le perdite di rendimento negli anni di siccità. Oltre al risparmio idrico, la presenza del modulo garantisce una riduzione della radiazione solare diretta sulle colture riducendo dunque le temperature massime che potrebbero causare importanti danni alle colture. Dunque, l'attuazione di un sistema APV consentirebbe un miglioramento della redditività di un terreno poiché si andrebbero a generare contemporaneamente due redditi, uno legato alla produzione di energia elettrica, l'altro dalla vendita dei prodotti zootecnici ed orto-frutticoli allevati/coltivati al di sotto dei moduli fotovoltaici. Inoltre, potrebbe garantire l'elettrificazione di aree rurali generando al tempo stesso esternalità positive per le comunità adiacenti.

Tuttavia, è fondamentale trovare un giusto equilibrio economico produttivo tra la densità del modulo fotovoltaico e la resa produttiva delle colture, poiché una densità troppo elevata di moduli comporterebbe una riduzione elevata di radiazioni solari disponibili per le colture e, dunque, una netta riduzione di produttività. Quindi, risulta necessario bilanciare bene il conflitto nell'uso del suolo.

Inoltre, circa 1/3 dei costi di manutenzione di un parco solare deriva dalla gestione della vegetazione infestante, coltivando i terreni questi costi verrebbero recuperati o potrebbero essere valorizzati mediante la realizzazione di allevamenti zootecnici estensivi. Rapportando il sistema APV al classico sistema fotovoltaico, produttori di sola energia elettrica, gli APV sono nettamente migliori sia per una valenza

puramente economica sia per una valenza ecologica - ambientale. L'impatto delle installazioni fotovoltaiche su colture e pascoli viene analizzato più facilmente attraverso una valutazione sistematica dei fattori situazionali che influenzano la produzione agricola e tematiche che circondano l'applicazione del fotovoltaico nella gestione delle colture e del bestiame.

3.2 Agrivoltaico di progetto

Il sistema Agrivoltaico come già descritto in precedenza prevede la realizzazione di un sistema ad inseguimento solare, realizzato su strutture sospese (solar tracker). Sulle strutture sono montati l'asse principale orizzontale, sul quale sono collegati gli assi secondari che sostengono i moduli fotovoltaici. I due assi possono ruotare in quanto sono azionati da motori elettrici interconnessi attraverso un innovativo sistema di controllo e comunicazione wireless. Una caratteristica rilevante di progetto è che i pannelli non sono distribuiti uniformemente sulla superficie del suolo, e questo influisce sui modelli di ombreggiamento a livello del suolo, con la creazione di una fascia lungo l'asse principale delle schiere di pannelli dove l'ombra è più intensa e un'altra fascia dove l'ombra si verifica solo a determinati periodi della giornata. All'interno di questo progetto è prevista la realizzazione un sistema di allevamento zootecnico costituito da ovini di tipo vagante che consentirà di realizzare un sistema ecocompatibile ed economicamente sostenibile che consente di valorizzare al massimo sia il sistema di coltivazione sia il sistema di produzione di energia pulita.



In merito alla realizzazione del progetto zootecnico non sono presenti in bibliografici progetti o studi che indagano sulla produzione zootecnica negli impianti agri-voltaici. Alcuni progetti precursori per la produzione zootecnica all'interno di Agrivoltaico, che possono essere considerati simili date le condizioni microclimatiche che si possono creare, sono i sistemi di produzione silvo-pastorale e agroforestale che prevedono la presenza

di alberi all'interno o intorno ai campi utilizzati per scopi agricoli e di produzione animale. Secondo la bibliografia gli studi silvo-pastorali tradizionali riportano molteplici benefici del pascolo del bestiame all'ombra degli alberi, come il prolungato periodo di pascolo dovuto alla minore evapotraspirazione, al più alto valore nutritivo dei foraggi e al minor inquinamento ambientale. Nonostante siano presenti effetti dovuti alla intercettazione della luce, la presenza dell'effetto ombreggiante consente un maggiore grado di umidità del suolo, che, potenzialmente, potrebbe portare ad un sistema agricolo più efficiente dal punto di vista idrico, portando ad un aumento significativo della biomassa di foraggi di fine stagione. Inoltre, tale effetto ombreggiante consentirebbe la generazione, come osservato negli studi silvo-pastorali, di un microclima fresco per il bestiame al pascolo, promuovendo dunque il benessere degli animali e fornendo riparo dal sole, dal vento e dai predatori. In particolare, gli ovini possono essere utilizzati in sistemi di Agrivoltaico basati sul pascolo, vista la loro alta capacità di brucare un vastissimo range di erbe coltivate e spontanee, che li rendono i migliori animali per quanto concerne il controllo della produzione di biomassa vegetale (erbe infestanti) presente al di sotto dei moduli. Controllare la vegetazione al di sotto dei moduli in tale maniera, consente di ridurre il costo della manodopera e di abbattere, fino ad eliminare del tutto, l'utilizzo di erbicidi chimici di sintesi.

3.3 Analisi diffusione dei sistemi Agrivoltaici

Il primo impianto prova di APV sorse in Francia per poi diffondersi in tutto il territorio europeo e nel resto del mondo. Sono stati realizzati diverse tipologie di APV negli ultimi anni; in Italia sono presenti alcuni impianti prova di APV e anche in oriente, nello specifico in Giappone, dove il problema dell'utilizzo del suolo è molto importante data la densità di popolazione, infatti, in questi territori sono stati costruiti numerosi impianti APV di piccole dimensioni. Gli APV combinano la produzione di energia elettrica con l'allevamento e la coltivazione di varie colture alimentari locali come arachidi, patate, melanzane, cetrioli, pomodori, taro e cavoli.

In Europa altri importanti impianti APV sono stati realizzati in Francia, Germania e Nord Italia. Nel territorio italiano sono stati realizzati 3 progetti APV - i sistemi installati hanno capacità fino a 1500 kWp utilizzando moduli solari installati ad una quota pari a 4 - 5 mt. di altezza con tecnologia di inseguimento solare.

Un altro campo APV in Abruzzo utilizza 67 inseguitori solari autonomi con varie colture come pomodori, angurie e grano coltivati al di sotto e generando una potenza totale di 800 kWp.

3.4 Analisi agronomica degli Agrivoltaici

Un sistema integrato basato sulla combinazione della tecnologia APV ed agricoltura impone diversi requisiti alla produzione agricola e alla sua gestione tecnica agronomica.

Con il seguente progetto abbiamo analizzato tutti gli aspetti tecnici e le varie procedure operative nella gestione del suolo e dell'allevamento ovino come, ad esempio, la struttura di montaggio dei APV, nonché gli effetti dei pannelli fotovoltaici sulle condizioni microclimatiche e le sue conseguenze/benefici sull'allevamento zootecnico. A supporto di tale analisi abbiamo condotto delle ricerche in bibliografia su casi reali presenti in Europa, riscontrando opportunità e limiti che i pannelli possono avere sulle colture (pascolo) e sugli ovini. Il primo punto analizzato corrisponde alla modalità e alla struttura di montaggio degli APV, adeguandola ai requisiti tecnici per un corretto distanziamento, così da consentire le normali operazioni di

pascolamento ed eventuali lavori di manutenzione. Infatti, dal punto di vista tecnico i pannelli devono essere posizionati e sollevati ad una determinata altezza tale da consentire il passaggio degli ovini e garantire la giusta radiazione solare al pascolo sottostante.

Tuttavia, la presenza e l'infissione nel terreno dei tracker causa una minima perdita di aree di produzione, rendendo inevitabile considerare nella rendicontazione agricola una riduzione del terreno coltivato, considerando una decurtazione di superficie compresa tra il **2%** ed il **5%** dello stesso.

3.5 Alterazioni microclimatiche e il loro impatto sulle colture

Dallo studio della letteratura un'ulteriore punto fondamentale considerato nello sviluppo di tale progetto Agrivoltaico sono le condizioni microclimatiche presenti nelle aree sottostanti ai pannelli fotovoltaici. La presenza di un pannello fotovoltaico comporta una variazione delle caratteristiche del microclima al di sotto di esso, ad esempio potrebbe verificarsi: una variazione delle precipitazioni, una variazione delle temperature e dell'incidenza delle radiazioni solari a causa dell'effetto ombreggiante, una variazione dei venti e delle masse d'aria ed una variazione del tasso di umidità relativa. La scelta del tipo di ovino, pascolo e l'interesse tra i solar tracker (pitch) è stata valutata al fine di incrementare la resa agro-zootecnica ed innescare effetti positivi sulla coltivazione agricola e sul sistema zootecnico.

3.5.1 Precipitazioni ed efficienza dell'utilizzo dell'acqua

Tra i principali effetti da monitorare in un sistema APV vi sono le precipitazioni meteoriche e i deflussi d'acqua. In un sistema fotovoltaico standard i moduli, sottoposti ad acqua piovana, creano una distribuzione squilibrata di acqua sul terreno, con evidenti aree umide sotto il bordo inferiore del pannello e aree asciutte riparate al di sotto del pannello; inoltre, in caso di elevate precipitazioni, i deflussi alterati possono sviluppare fenomeni di erosioni del suolo e formazione di canali, agevolati dall'assenza (o scarsa presenza) di vegetazione a copertura del suolo. Invece, in un sistema Agrivoltaico, dove è prevista l'installazione dei moduli su tracker monoassiali con variazione di inclinazione dei moduli durante tutto il giorno, in base al ciclo solare giornaliero, si genera una distribuzione più omogenea dell'acqua stessi sul terreno sottostante, mitigando il rischio di creare canali anche per la presenza continua di una vegetazione fin sotto la struttura dei tracker.

3.5.2 Radiazioni solari – Effetto ombreggiamento

In bibliografia si evince che, dal punto di vista tecnico-scientifico, una distanza di almeno 3 metri sia sufficiente a consentire un equilibrio tra coltivazione e produzione di energia elettrica. Tale distanza consentirebbe ad una sufficiente quantità di luce di raggiungere le colture sottostanti pur ottenendo rese energetiche soddisfacenti. La quantità di luce che arriva alle colture è determinata sia dall'inclinazione dei pannelli e sia dalla direzione dei pannelli fotovoltaici, infatti i pannelli con orientamento sud-ovest o sud-est consentirebbero l'ottenimento di luce uniforme sotto gli stessi.

In un sistema APV, come quello previsto dal progetto, al fine di consentire un ottimale equilibrio tra la produzione di energia elettrica ed attività agricola, la distribuzione dei pannelli ha una densità inferiore a quella degli impianti fotovoltaici standard. Inoltre, alcuni autori in bibliografia ipotizzano che la mitigazione dell'irradiazione diretta attraverso l'effetto ombreggiante riduca i tassi di evaporazione del suolo e quindi

migliora il risparmio idrico e favorisce l'allungamento del ciclo di vita del pascolo e miglioramento delle condizioni di benessere dell'animale (aree ombreggiate).

Aspetto importante è il declino delle prestazioni elettriche dovuto alle deposizioni di polvere sulla superficie del pannello. In particolare, nelle regioni con basse precipitazioni o lunghi periodi di siccità, a causa del deposito di polvere su sistemi fotovoltaici standard, posso verificarsi fenomeni di calo della produzione elettrica. Per quanto appena scritto, in un sistema fotovoltaico standard, si prevedono attività di pulizia cadenzata della superficie del modulo, al fine di evitare il calo dei rendimenti di efficienza di produzione energetica. Diversamente, nel caso dell'impianto Agrivoltaico in oggetto, sia il continuo movimento dei pannelli durante il giorno, sia la posizione elevata dei moduli rispetto al terreno sia la scarsa movimentazione del suolo (per la presenza costante di un manto erboso - pascolo) riduce drasticamente il rischio di deposito di polvere sui pannelli fotovoltaici, diminuendo la necessità di lavaggio dei moduli stessi.

3.5.3 Suolo

La componente del suolo subisce delle modifiche che possono essere riassunte, come già descritte in precedenza in altre sezioni, principalmente in una diminuzione della temperatura del suolo ed un aumento dell'umidità, entrambe dovute alla presenza dei moduli. La variazione della temperatura del suolo è dovuta principalmente all'effetto ombreggiante; infatti, è stato riscontrato che la temperatura media giornaliera del suolo al di sotto i sistemi fotovoltaici diminuisce in modo significativo rispetto alla piena esposizione al sole, tanto da poterla paragonare a quella riscontrabile in una zona di sottobosco. In Italia, si è osservato che, nel periodo di studio (12), la temperatura media del suolo è risultata essere inferiore in condizioni di Agrivoltaico che in condizioni di piena luce; di conseguenza, è possibile dedurre che il suolo al di sotto dei moduli fotovoltaici mantenga una temperatura minore durante il periodo estivo.

3.5.4 Temperatura dell'aria

Altra caratteristica fondamentale da considerare nella redazione di un progetto Agrivoltaico è la temperatura dell'area sulla quale si estende il sistema stesso. Alcuni studi hanno dimostrato che la temperatura massima dell'aria è inferiore al di sotto dei moduli, rispetto alla temperatura che si registra in condizioni di pieno sole. In un sistema Agrivoltaico, la quota elevata dell'installazione dei moduli dal suolo, rispetto alla posizione d'installazione dei moduli di un sistema fotovoltaico standard, agevola la riduzione di temperatura dell'aria anche nella zona di crescita della vegetazione sottostante. Questo aspetto è molto importante, in quanto il calore eccessivo può avere impatti negativi sulla vegetazione e sugli allevamenti, sia dal punto di vista produttivo e sulle caratteristiche qualitative e nutrizionali dei pascoli; ad esempio, si potrebbe generare un peggioramento della composizione di acidi grassi dei prodotti agricoli e zootecnici, a causa dell'incremento dell'attività respiratoria, della riduzione delle attività di riproduzione e della riduzione della produzione latte.

3.5.5 Velocità del vento e direzione del vento

Di norma, nell'area territoriale del comune di Ortona, il vento subisce variazioni moderate durante tutto l'arco dell'anno, con un periodo più ventoso, tra novembre e aprile, ed un periodo meno ventoso durante il periodo estivo. La presenza dei moduli e la modalità d'installazione creano una differenza significativa della direzione del vento, che determina un miglioramento potenziale, sia della crescita delle piante, sia delle condizioni di benessere degli animali, essendo gli ovini alquanto sensibili al vento.

4- AGRIVOLTAICO E ATTIVITA' ZOOTECNICA

Sulla base di quanto riportato nei precedenti paragrafi circa le caratteristiche del sistema di produzione Agrivoltaico, si evince come il binomio tra l'attività zootecnica e l'impianto fotovoltaico sia una relazione dalla quale le due componenti traggono reciproco vantaggio. Infatti, diversi studi hanno dimostrato come la gestione della vegetazione che si sviluppa al di sotto dei pannelli fotovoltaici sia gestita nel migliore dei modi, proprio dall'attività zootecnica dei ruminanti (bovini e ovini), diminuendo i costi economici ed ambientali (emissioni delle trattrici, necessità di diserbare) connessi alla gestione meccanizzata della vegetazione infestante e al rischio di incendi all'interno dei sistemi fotovoltaici su suolo.

Tuttavia le specie più appropriate all'allevamento in un sistema Agrivoltaico sono le specie ovine in quanto, a differenza delle specie caprine, non hanno l'istinto di mordere gli oggetti e di saltare su di essi. Inoltre l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici consente di migliorare il benessere animale durante il pascolamento, ridurre lo stress termico sulle colture sottostanti e il microclima, infatti favorisce il formarsi e l'accumularsi di rugiada (soprattutto durante le ore notturne) sui pannelli solari, che al mattino cade sulla vegetazione, incrementando ulteriormente lo sviluppo di vegetazione ricca di proteine (considerazioni tratte da uno studio effettuato in Cina).

In altri studi si è dimostrato come la minore massa erbacea disponibile nei pascoli solari sia compensata da una maggiore qualità del foraggio, con conseguente produzione di agnelli primaverili simile a quella dei campi aperti.

È importante che siano scelte razze ovine autoctone poiché riescono a sfruttare al meglio le essenze spontanee che colonizzano gli spazi non coltivabili del suolo al di sotto le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, preservando gli equilibri ecosistemici esistenti con la flora e la fauna selvatica che da sempre sono parte dell'habitat semi-naturale agro-zootecnico proprio di ogni singolo territorio.

4.1 La zootecnica all'interno del sistema Agrivoltaico

4.1.1 Contesto territoriale e scelta della razza ovina da allevare

Il progetto aziendale si sviluppa in agro di Ortona, in provincia di Foggia, in un contesto territoriale tipicamente continentale-mediterraneo, con inverni relativamente freddi ed estati calde. La piovosità media annua è di circa 500-600 mm e si concentra per 2/3 nel periodo autunno-vernino e per 1/3 nel periodo primaverile-estivo. La temperatura presenta notevoli ascensioni termiche stagionali, con temperature medie di circa 10 °C e minimi termici vicini a 4 °C tra gennaio-marzo, e con circa 26 °C e massime stagionali vicine ai 32 °C nel periodo tra luglio-settembre.

Ortograficamente l'area è catalogabile come pianeggiante.

Ortona è una zona caratterizzata principalmente da un'economia agricola, ma anche l'allevamento riveste un ruolo significativo. Gli allevamenti di ovini (pecore) e caprini (capre) da latte con diversi ettari dedicati alla coltivazione di specie foraggere. Le razze allevate nella zona sono la Gentile di Puglia, la Merinizzata Italiana, Sarda, la Comisana, la Leccese, la Lacaune e la Delle Langhe, ma quelle adatte ad essere allevate in un sistema Agrivoltaico sono la Gentile Puglia, la Merinizzata Italiana e la Sarda, essendo di piccola statura e adatte a vivere in un contesto territoriale come quello sopra descritto.

Visto l'andamento del mercato del latte ovino, storicamente migliore di quello della carne di pecora e di agnello si è deciso di puntare, per il progetto in esame, su una pecora ottimale per la produzione di latte con l'esclusione della razza Merinizzata Italiana, atta alla produzione di carne e lana, considerando come obiettivo il giusto equilibrio tra la sostenibilità ambientale ed economica. La scelta sulle due soluzioni è avvenuta sulla base dei fabbisogni alimentari di mantenimento delle razze e sulla quantità e qualità delle produzioni di latte.

Si è constatato quanto segue:

- le due razze hanno un fabbisogno di mantenimento molto simile (circa 0,50 Unità Foraggiere per capo per giorno);
- la produzione di latte della razza Sarda (1,8 litri al giorno e circa 150 giorni di lattazione annua per pecora) è nettamente maggiore rispetto a quella della Gentile di Puglia (0,3 litri al giorno e circa 95 giorni di lattazione annua per pecora).

Inoltre a causa delle caratteristiche morfologiche dell'apparato mammario di quest'ultima non è possibile effettuare la mungitura meccanizzata e tale aspetto incrementerebbe i costi di personale impiegato in tale operazione manuale nonché incremento dei tempi di attività.

Per gli aspetti succitati si prevedere la scelta della razza ovina Sarda, razza autoctona di media taglia ed originaria della Sardegna, ma ormai diffusa in tutta Italia.

Di seguito caratteristiche fisiche della razza in esame:

- l'altezza media delle femmine è di circa 60 cm, mentre per gli arieti si attesta un'altezza ai 70 cm;
- il peso medio delle femmine è di 43 kg, mentre quello degli arieti è di 68 kg.
- il tronco è allungato e di forma tronco-conica, ed il garrese è ben serrato;
- il collo è allungato e ben unito alle spalle ed al petto;
- la testa è ben distinta dal tronco ed è allungata;
- le femmine di razza sarda non hanno corna, mentre gli arieti hanno corna molto poco sviluppate;
- la coda è lunga e dal diametro poco pronunciato;
- la mammella, con capezzoli ben diretti e proporzionati, è tipica delle pecore da latte, larga e ben sostenuta, nonché molto elastica;
- il vello della razza Sarda è distintamente bianco, aperto e che si estende fino alla metà dell'avanbraccio e poco sopra il garretto.

Tale razza durante la sua storia ha subito l'influsso di sangue merino di provenienza spagnola e francese, che ha migliorato le qualità del suo vello, pur essendo una razza molto rustica è caratterizzata da una produttività di latte ottima in termini quantitativi per le seguenti motivazioni:

- la produzione giornaliera è pari ai 2 litri/gg;
- la durata della lattazione si protrae fino a 150 giorni;

Dal punto di vista qualitativo le caratteristiche del latte prodotto sono le seguenti:

- sufficiente profilo di grassi pari a circa il 6,4 %;
- sufficiente presenza di proteine pari a circa il 5,7 %;

Per quanto concerne la produzione di carne di seguito aspetti noti:

- l'agnello a 30 giorni pesa in media 11 kg;
- la razza Sarda ha una sufficiente gemellarità, in quanto il numero medio di agnelli/capo è pari a 1,3;

Infine la produzione di lana è la seguente:

- Pecore = peso della lana di 1,2 kg (sucida, resa del 60%);
- Arieti = peso della lana di 3 kg (sucida, resa del 60%).

Come già accennato, i fabbisogni nutritivi medi giornalieri della Sarda sono tipici di un animale rustico, come si evince dalle tabelle n. 3 e 4.

| Fabbisogni nutritivi giornalieri per capo (pecore) | |
|---|------------------|
| <i>fase fisiologica</i> | <i>UF/giorno</i> |
| <i>mantenimento</i> | 0,52 |
| <i>monta</i> | 0,13 |
| <i>gestazione</i> | 0,73 |
| <i>produzione</i> | 1,20 |
| <i>accrescimento</i> | 0,58 |

Tab. 3 - Fabbisogni nutritivi giornalieri per capo (pecore)

| Fabbisogni nutritivi giornalieri per capo (arieti ed agnelli) | |
|--|------------------|
| <i>fase fisiologica</i> | <i>UF/giorno</i> |
| <i>mantenimento</i> | 0,80 |
| <i>monta</i> | 0,20 |
| <i>accrescimento</i> | 0,65 |

Tab. 4 - Fabbisogni medi giornalieri per capo (arieti e agnelli)

4.1.2 Definizione del gregge e della destinazione d'uso della superficie del sistema Agrivoltaico.

L'obiettivo del progetto è quello di ottenere il massimo dell'efficienza produttiva zootecnica, rispettando il benessere animale delle unità del gregge, migliorando le caratteristiche del suolo, della fauna e della flora spontanea delle superfici oggetto di intervento. Al fine di individuare il punto d'incontro di tali esigenze, i parametri presi in considerazione sono:

- il carico di ovini che un ettaro di terreno può sopportare (calcolato tramite le tabelle di Unità di Bestiame Adulto - UBA);
- le UF necessarie a soddisfare le necessità nutrizionali del gregge;
- le caratteristiche nutritive e di rusticità delle essenze coltivabili sulle superfici del sistema.

Per quanto riguarda le UBA/ha, considerando che ad un'unità di ovino adulto corrispondono 0,15 UBA e che il carico massimo possibile è di 2 UBA/HA, si stima un numero massimo di ovini ad ettaro pari a 13,3 n./HA.

Il progetto zootecnico in esame si estende su una superficie catastale impianto di circa 90.23.75 HA e prevedendo una pressione zootecnica tale da limitare al massimo lo sfruttamento del suolo, si prevede un carico di ovini totale pari a 1189 capi.

Infatti, con un'area catastale impianto di 90.23.75 HA il carico massimo di ovini dovrebbe risultare pari a circa 1.200 ovini circa, ma considerando la presenza di strutture, cabine elettriche, viabilità di accesso ed altro,

utili alla buona conduzione del progetto Agrivoltaico, la superficie catastale viene ridotta ad una superficie di allevamento pari a 89.37.85 HA e di conseguenza un numero di capi di bestiame pari a 1189.

Di seguito tabella:

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| AREA CATASTALE TOTALE IMPIANTO | 90.23.75 HA |
| AREA TECNICA* | 00.85.90 HA |
| AREA ALLEVAMENTO | 89.37.85 HA |

Tab. 5 – Dettaglio delle aree di impianto

Note (*): L'AREA TECNICA è l'area non adibita ad allevamento e di conseguenza non agricola, occupata in modo permanente da recinzione, strutture, cabine elettriche, viabilità per accedervi, etc.

Nelle fasi successive al progetto se vi saranno le condizioni ottimali, si prevederà un aumento del numero dei capi.

Al fine di perseguire gli obiettivi del progetto in esame, si considerano:

- 980 Capi in piena produzione;
- 185 Agnelle da rimonta;
- 24 Arieti.

Si prevede la suddivisione del gregge in due gruppi di monta omogenei, al fine di potersi garantire una produzione il più possibile costante per tutto l'anno, sia di latte e sia di agnelli. I due periodi di monta coincideranno con il periodo dal 01/03 al 15/04 (gruppo 1) e con il periodo dal 01/08 al 15/09 (gruppo 2). La gestazione dura 5 mesi e si conclude nel mese di agosto per il primo gruppo e nel mese di gennaio per il secondo gruppo. Con riferimento ai dati esposti nelle tabelle n.3 e n.4, le UF necessarie sono circa 98.000,00.

In considerazione dell'esigenze del gregge e degli obiettivi del progetto ed al fine di subire la necessità di alcuna produzione di fieni, si è deciso di definire un prato poliennale composto da diverse tipologie di erbai poliennali di avena da foraggio e vecchia.

Tali essenze, come da successiva tabella n. 6, garantiranno la presenza di un prato-pascolo equilibrato dal punto di vista nutrizionale con parametri presenti nella tabella n. 7, integrato da foraggi provenienti da aziende biologiche con le quali la ditta potrà stipulare accordi di cooperazione per la produzione di parte del foraggio e l'eventuale spandimento dei letami aziendali.

Tab. B1. Caratteristiche analitiche di alcuni alimenti (esprese sul tal quale)

| Foraggi verdi | Sostanza secca % | Proteine grezze % | UFL/qle | Fibra grezza % | Lipidi % | Ceneri % | NDF g/ Kg | ADF g/kg | Calcio g/kg | Fosforo g/kg | Proteina degradabile g/kg | Insulina g/t | Proteina solubile g/kg | PDIN g/kg | PDIE g/kg |
|----------------------------------|------------------|-------------------|---------|----------------|----------|----------|-----------|----------|-------------|--------------|---------------------------|--------------|------------------------|-----------|-----------|
| Erb. Misto prato stabile | 18 3,8 | 15 | 5,2 | 0,8 | 1,8 | 110 | 68 | 1,5 | 0,7 | 28 | 10 | | 27 | 23 | |
| Erba pascolo di pianura | 18 2,5 | 15 | 5 | 0,5 | 1,7 | 105 | 62 | 1,2 | 0,6 | 20 | 5 | | 23 | 20 | |
| Erba di pascolo di montagna | 18 3 | 14 | 4,2 | 0,5 | 2 | 96 | 56 | 1,3 | 0,6 | 22 | 8 | | 19 | 17 | |
| Erba medica (media) | 18 5 | 14 | 6 | 0,8 | 2 | 115 | 65 | 3,5 | 0,6 | 36 | 14 | | 21 | 16 | |
| Erbaio Lamdsberger | 21 4,2 | 16 | 5,2 | | 2,3 | 100 | 70 | 0,3 | 0,1 | 30 | 12 | | | | |
| Erbaio Trifoglio ladino | 19 3,2 | 14 | 5 | 0,5 | 2,2 | 85 | 50 | 3 | 0,8 | 23 | 9 | | 22 | 16 | |
| Erbaio Loretto italico | 18 2 | 16 | 5 | 0,6 | 2 | 93 | 57 | 1,2 | 0,8 | 13 | 7 | | 12 | 15 | |
| Erbaio Festuca pratense | 19 2,5 | 14 | 7 | 0,6 | 2,3 | 125 | 85 | 0,7 | 0,5 | 18 | 7 | | 17 | 13 | |
| Erbaio Festuca arundinacea | 20 2,3 | 16 | 6 | 1,3 | 2,1 | 110 | 65 | 0,8 | 0,6 | 17 | 6 | | 16 | 12 | |
| Erbaio Triticale | 20 3,5 | 17 | 4,2 | 0,6 | 1,7 | 85 | 53 | 0,7 | 0,6 | 25 | 10 | | | | |
| Erbaio Granurchino giovane | 18 1,7 | 13 | 4,6 | 0,3 | 1,8 | 80 | 50 | 0,7 | 0,5 | 12 | 5 | | 12 | 17 | |
| Erbaio Granurchino maturo | 25 2,3 | 18 | 5,8 | 0,5 | 2 | 120 | 70 | 1 | 0,7 | 16 | 7 | | 15 | 22 | |
| Erba di marcite | 18 2,1 | 15 | 4,3 | 0,8 | 1,8 | 78 | 55 | 1 | 0,7 | 15 | 6 | | | | |
| Erbaio di orzo | 20 2 | 15 | 6 | 0,4 | 2 | 110 | 75 | 0,6 | 0,5 | 14 | 6 | | 13 | 14 | |
| Erbaio di avena | 28 3,2 | 16 | 10 | 0,6 | 2,5 | 160 | 120 | 1 | 1,3 | 23 | 9 | | 22 | 26 | |
| Erbaio di colza | 15 2,8 | 15 | 4,2 | 0,8 | 1,5 | 80 | 55 | 2 | 0,5 | 20 | 8 | | | | |
| Erbaio di veccia | 20 3,5 | 17 | 4,5 | 0,5 | 1,8 | 95 | 50 | 0,8 | 0,7 | 26 | 9 | | 26 | 20 | |
| Erbaio Dactylis glomerata | 18 2,2 | 15 | 5 | 0,5 | 2 | 100 | 60 | 0,8 | 0,7 | 15 | 7 | | 32 | 23 | |
| Erbaio Fleo pratense | 20 2,2 | 15 | 6,5 | 0,6 | 1,5 | 125 | 83 | 0,8 | 0,5 | 15 | 7 | | 11 | 14 | |
| Erbaio Poa pratense | 23 3,5 | 17 | 6 | 0,8 | 1,7 | 120 | 70 | 1,2 | 1 | 26 | 9 | | | | |
| Erbaio segale giovane | 23 2,7 | 18 | 7,7 | 0,8 | 1,7 | 130 | 96 | 1 | 0,8 | 19 | 8 | | | | |
| Erbaio sorgo maturo | 25 1,6 | 18 | 7 | 0,8 | 1,5 | 125 | 85 | 1 | 0,3 | 11 | 5 | | | | |
| Fieni | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polifita | 87 10 | 62 | 27 | 2,3 | 8 | 487 | 307 | 5 | 2,5 | 63 | 37 | 20 | 68 | 70 | |
| Medica (media) | 87 16 | 57 | 27 | 2 | 7,8 | 378 | 342 | 14 | 2,3 | 115 | 45 | 32 | 93 | 76 | |
| Trifoglio alessandrino | 88 17 | 58 | 27 | 2,6 | 12 | 450 | 290 | 13 | 2,6 | 108 | 59 | | 95 | 72 | |
| Trifoglio incarnato | 86 12 | 52 | 27 | 2,4 | 7,5 | 480 | 320 | 10 | 2 | 80 | 40 | | | | |
| Trifoglio ladino | 88 15 | 60 | 24 | 3,6 | 7,6 | 410 | 320 | 15 | 2,5 | 105 | 45 | | | | |
| Trifoglio pratense | 87 16 | 58 | 23 | 3,5 | 7,3 | 410 | 290 | 12 | 2,2 | 113 | 47 | | | | |
| Loglio perenne | 88 10 | 60 | 30 | 2,3 | 7,3 | 550 | 360 | 8 | 2,4 | 70 | 20 | | 60 | 70 | |
| Loglio italico loiessa | 88 11 | 58 | 27 | 2 | 7,2 | 560 | 360 | 3,5 | 2,6 | 75 | 20 | | 60 | 65 | |
| Festuca pratense | 87 8 | 59 | 27 | 2 | 7,5 | 500 | 370 | 3,5 | 2 | 55 | 25 | | 52 | 58 | |
| Festuca arundinacea | 88 8,5 | 55 | 27 | 2,1 | 8,7 | 580 | 380 | 3,5 | 2 | 60 | 25 | | 55 | 62 | |
| Trigonella fieno greco | 85 11 | 45 | 30 | 2,6 | 5 | 570 | 390 | 14 | 2 | 78 | 32 | | | | |
| Landsberger | 90 16 | 58 | 23 | 5 | 10 | 430 | 287 | 12 | 2,5 | 110 | 55 | | | | |
| Graminacee mediocri | 88 9,3 | 57 | 29 | 2,2 | 5,3 | 480 | 350 | 8 | 1,5 | 65 | 28 | | 60 | 68 | |
| Avena | 87 8,5 | 55 | 30 | 2 | 7 | 500 | 350 | 2,5 | 1,5 | 60 | 25 | | | | |
| Veccia | 87 18 | 52 | 24 | 2,1 | 10 | 420 | 300 | 12 | 3 | 120 | 60 | | | | |
| Vigna sinensis | 89 19 | 24 | 23 | 2,5 | 11 | 450 | 290 | 14 | 3 | 125 | 65 | | | | |
| Sulla | 88 13 | 55 | 27 | 1,8 | 9,5 | 465 | 385 | 10 | 3 | 85 | 45 | | | | |
| Dactylis glomerata/fleo pratense | 85 8,7 | 56 | 27 | 2 | 8 | 485 | 285 | 2,7 | 2 | 57 | 30 | | 73 | 74 | |
| Fleo pratense | 87 8 | 52 | 30 | 2 | 5 | 490 | 325 | 3,5 | 1,8 | 52 | 28 | | | | |
| Segale | 89 7,5 | 53 | 35 | 7 | 5 | 600 | 430 | 2,7 | 1,8 | 48 | 27 | | | | |
| Loretto + medica | 87 12 | 65 | 27 | 2 | 7,6 | 486 | 242 | 8,5 | 2,3 | 93 | 32 | 24 | 76 | 70 | |
| Loretto + trifoglio | 87 12 | 65 | 25 | 2,5 | 7,3 | 483 | 340 | 7,7 | 2,3 | 90 | 30 | | | | |
| Paglie: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Paglia di frumento | 90 3,7 | 26 | 40 | 1,3 | 7 | 765 | 486 | 2,7 | 0,8 | 12 | 25 | | 30 | 34 | |
| Paglia di orzo | 89 3,7 | 37 | 38 | 1,3 | 6,5 | 712 | 525 | 2,7 | 0,7 | 10 | 27 | | 32 | 33 | |

Tab. 6 - (Lezioni di principi di nutrizione e alimentazione animale. F. Toteda, 2015)

La produzione di foraggi in un sistema Agrivoltaico comporta una produzione migliore dal punto di vista qualitativo ma peggiore da un punto di vista quantitativo (E. W. Kampherbeek et al., 2022), di conseguenza le coltivazioni effettuate consentiranno di soddisfare in parte il fabbisogno del gregge in oggetto (Tab.7).

| essenza foraggio | superficie (HA) | q.li/HA | UFL/q. | UFL/HA | UFL totale per foraggio |
|---|-----------------|---------|--------|--------|-------------------------|
| area pascolo polifita pluriennale veccia e avena non sfalciato sotto pannelli | 89.37.85 | 55 | 12 | 660 | 58.989,81 |

Tab. 7 - Produzione complessiva annua di foraggio.

Le circa 58.989,81 UF totali annue di produzione stimata di foraggio sono ampiamente sufficienti a soddisfare circa il 10% del fabbisogno medio del gregge, il cui totale ammonta a circa 584.988 UF annue. La restante parte del fabbisogno del gregge sarà ricavata dai foraggi prodotti dalle aziende bio che faranno parte dell'accordo di cooperazione citato sopra.

4.1.3 Produzioni zootecniche ottenute

Le produzioni zootecniche ottenute dal gregge in esame sono costituite principalmente dal latte ovino e, in minima parte, dalla carne degli agnelli e dalla lana.

Considerando l'intero periodo annuale emergono i seguenti dati:

- la produzione di latte si stima essere pari a circa 294.000,00 litri/anno;
- la produzione di agnelli pari a circa 11.979,00 kg/anno;
- la produzione di lana pari a circa 1.176,00 kg/anno

Di seguito tabella n.8 con dettagli dei valori succitati:

| Prodotto zootecnico | Unità di misura | Unità prodotte per capo per anno | Numero capi | Produzione totale annua |
|-----------------------|-----------------|----------------------------------|-------------|-------------------------|
| Latte ovino | L | 300,00 | 980,00 | 294.000,00 |
| Agnelli 1 mese di età | kg | 11,00 | 1.089,00 | 11.979,00 |
| Lana Pecore | kg | 1,2 | 980,00 | 1.176,00 |
| Lana Ariete | kg | 3,00 | 24,00 | 72,00 |

Tab. 8 - Produzioni zootecniche ottenute.

5- CERTIFICAZIONI DI QUALITA'

La realizzazione di un sistema APV, che associa un impianto per la produzione di energia elettrica pulita da fonte rinnovabile alla produzione agricola, ha come obiettivo il mantenimento della stessa capacità di reddito (PLV) esistente prima della realizzazione stessa dell'impianto energetico ed il mantenimento delle stesse Unità Lavorative Anno (ULA).

Il reddito dell'agricoltore rappresenta un aspetto fondamentale da considerare durante la programmazione di un APV, infatti al fine di garantire un reddito simile o maggiore a quello ottenuto fino ad ora si consiglia di sostituire le pratiche agronomiche tradizionali (agricoltura convenzionale) con un sistema di coltivazione biologico, secondo i dettami del Regolamento (UE) 2018/848 e del regolamento (CE) N. 1235/2008 dove vengono indicate le linee guida per l'adozione delle procedure da eseguire nell'ambito dei settori dell'agricoltura, della zootecnia, della pesca e di tutta la filiera della trasformazione e preparazione di prodotti alimentari da destinare all'alimentazione umana e zootecnica.

Il sistema di coltivazione biologica prevede l'impiego di materiale biologico non OMG e non trattato con agrofarmaci per la riproduzione. Infatti per la coltivazione è previsto l'impiego unico di concimi organici, ammendanti con una concertazione massima di azoto pari a kg/ha, o registrati per l'utilizzo in agricoltura

biologica. In questo sistema di coltivazione è proibito l'utilizzo di fertilizzanti e concimi di origine chimica, nonché l'impiego di fitofarmaci per la gestione della flora infestante e di insetticidi per il controllo dei fitofagi.

Purtroppo, il sistema economico odierno, negli ultimi decenni, ha spinto l'agricoltore ad occuparsi unicamente delle rese quantitative e meno della qualità, salubrità delle produzioni agricole e dell'aspetto ambientale, il tutto a discapito della flora e della fauna naturale.

6- ETICA DELLE PRODUZIONI, CONSUMO DI SUOLO E CARBON FOOT PRINT

Il sistema di produzione agricola biologica di norma causa una riduzione delle produzioni in percentuale rispetto alle stesse coltivazioni realizzate con il metodo convenzionale. A questa riduzione di produzione, ad ogni modo, non può prescindere un sostegno al reddito dell'agricoltore. Il consumo del suolo rappresenta un importante problema che le comunità affrontano al giorno d'oggi. Le aree che oggi vengono indicate come passibili di sottrazione di suolo, sono quelle su cui vengono riversati ogni anno quintali di fertilizzanti di sintesi chimica e quintali di erbicidi e insetticidi le cui molecole permarranno per molti anni nel sottosuolo dando origine ad altre molecole di cui non si conoscono gli effetti nel medio-lungo periodo. Tali molecole inevitabilmente finiscono nella sottostante falda acquifera e che servirà a dare acqua in superficie per le irrigazioni agricole generando in tal modo, un perverso ciclo chiuso di contaminazione ambientale permanente.

L'agricoltura, sempre più dipendente dai prodotti di sintesi, e dai cambiamenti climatici hanno portato lentamente ad un impoverimento della sostanza organica S.O. nel suolo e all'aumento del processo di desertificazione del territorio stesso. L'installazione di un impianto agro-fotovoltaico rappresenta per l'agricoltore un'opportunità di sostegno al reddito, proveniente dal fitto dei terreni utilizzati per la realizzazione dell'impianto, consentendo un'agricoltura di qualità senza andare a minare la PLV (Produzione Lorda Vendibile) e il tasso di occupazione lavorativa.

Inoltre, bisogna considerare che il progetto in esame potrebbe avere valenza nell'ottica della generazione di crediti di carbonio, in quanto la gestione del suolo prospettata nei paragrafi precedenti comporta addizionalità; per addizionalità si intende "riduzione delle emissioni, o aumento delle loro rimozioni, aggiuntive rispetto alle stesse che si avrebbero con lo scenario di riferimento, in assenza del progetto.

Si consideri, infatti, che la UNI/PdR 99/2021 suggerisce come metodologie alternative per la generazione di crediti di carbonio l'agricoltura biologica l'applicazione del biochar al terreno, dei corridoi ecologici e la forestazione urbana.

Il progetto in questione è già in linea con l'applicazione del metodo di agricoltura biologica e potrebbe esserlo per via della creazione di corridoi ecologici, ovvero "area di un habitat che connette tra di loro delle popolazioni biologiche separate dall'attività antropica, tramite barriere quali strade, case eccetera."

6.1 Benefici sociali

Dalle aziende agricole agri-voltaiche derivano nuovi posti di lavoro, reddito comunitario e potenziali entrate fiscali. La realizzazione di microimprese consente la realizzazione di una rete di mercato per gli alimenti primari e trasformati, in grado di consentire la continuità produttiva e generare lavoro. Questi fattori si combinano per ridurre il fenomeno della migrazione della comunità rurale verso le aree urbane o altre parti di Italia.

Inoltre come entrate potenziali possiamo evidenziare l'incremento della tassazione a nome delle nascenti società agricole che consentirebbero lo sviluppo di un maggiore benessere sociale ed un incremento della comunità.

Nel lungo periodo queste tipologie di iniziative saranno rese più familiari mediante attività di divulgazione, informazione e sensibilizzazione sociale.

6.2 Risultati ambientali

I risultati ambientali di un Agrivoltaico sono soggetti a peculiarità e all'ecologia, dalle tipologie di colture alla collocazione dell'impianto. Generalmente nei classici impianti fotovoltaici, dove non è prevista la conduzione agronomica del terreno, il suolo viene reso nel tempo in condizioni peggiori rispetto allo stato preimpianto. Infatti i classici parchi solari su larga scala hanno potenzialmente impatti a breve ed a lungo termine su fattori tipo terra, piante, fauna e risorse geo-idrologiche che a loro volta influenzano il cambiamento climatico, la salute umana e il benessere. Tale condizione potrebbe comportare un aumento delle preoccupazioni per la conservazione del paesaggio e possibili perdite di equilibrio ecologico.

A differenza negli impianti Agrivoltaici tale condizione non si verifica poiché le condizioni di lavoro dei terreni non vengono modificate, vi è una maggiore attenzione alle produzioni agricole e al rispetto della sostenibilità ambientale, con la formazione di aree verdi (fasce tampone) dove la fauna potrebbe trovare riparo.

7- ZOOTECNIA DI PRECISIONE

Nonostante i numeri importanti, le aziende agricole a regime estensivo, rispetto agli altri principali settori economici, presentano la redditività più bassa, a causa soprattutto dell'elevata incidenza (superiore al 40%) dei costi di produzione sul valore della produzione. Pur mostrando la migliore produttività del lavoro, mostrano la più bassa produttività per ettaro.

In sistemi di coltivazione innovativa quali gli agri-voltaici prevale la necessità di introdurre innovazioni e nuove tecniche produttive in grado di ridurre i costi di produzione, ottimizzare gli input utilizzati (fertilizzanti, prodotti fitosanitari ecc.) e incrementare la produzione, salvaguardando la fertilità e la sostenibilità dell'ecosistema di coltivazione e ridurre eventuali incidenti.

Dunque, per aumentare la redditività attraverso la riduzione dei costi di produzione e, contemporaneamente, incrementare la sostenibilità, è necessario promuovere la diffusione delle innovazioni 4.0 nell'uso dei mezzi tecnici e di piani colturali di tipo sostenibile, adottando pratiche agronomiche che siano integrate con il territorio e che mostrino una particolare attenzione nello sfruttamento delle risorse naturali. Considerando l'evoluzione delle tecnologie e della digitalizzazione delle macchine agricole, riconducibili all'Agricoltura di Precisione (AdP), si configura una vera e propria rivoluzione delle attività agricole, soprattutto in quelle Regioni in cui la gestione agronomica è fortemente soggetta all'incertezza delle condizioni ambientali e alla non omogeneità delle condizioni territoriali e strutturali.

Nello specifico all'interno di questo progetto al fine di perseguire gli obiettivi di sostenibilità ambientali legati al sistema Agrivoltaico si intende:

- realizzare di una stazione meteorologia al fine di monitorare temperatura, umidità dell'aria e del suolo, precipitazioni e bagnatura fogliare;

- Montaggio di una stazione GPS locale;
- Adottare sistemi di supporto alle decisioni (DSS) per l'ottimizzazione dell'uso dei mezzi tecnici;
- Adottare tecnologie di AdP per la mappatura prossimale e in remoto di suolo e coltura;
- Monitoraggio delle attività produttive con tecnologie elettroniche e informatiche per la registrazione, consultazione e utilizzo dei dati relativi alle attività agricole;
- Gestione spaziale e temporale delle attività produttive attraverso l'elaborazione di dati raccolti da diversi sensori e tecnologie;
- Sistemi innovativi per il monitoraggio della stalla quali sensori, robot di foraggiamento e mungitura.

8- USO DEL SUOLO

L'agricoltura della Puglia costituisce il più importante settore economico trainante regionale, contribuendo in maniera importante alla formazione del suo PIL. La peculiare conformazione geografica regionale, di forma peninsulare, che si estende nel basso Mediterraneo e nello Ionio con i suoi 400 km di lunghezza e con i suoi 600 Km di costa, ne fanno una delle regioni più dinamiche dal punto di vista agronomico.

Nella Puglia troviamo tutte quelle variabili geografiche che ne determinano vari ambiti territoriali tra di loro diversi, si va dal Promontorio del Gargano che si estende sul Golfo di Manfredonia, alle colline del Sub Appennino Meridionale e di quello del Sub Appennino Settentrionale, dalla piana del Tavoliere alla valle dell'Ofanto sino all'area del nord Barese, dalla Murgia barese a quella tarantina e per finire a quella Salentina.

Una variabile di territori che vanno dall'alta collina, alla pianura fino alla costa con scenari agricoli assai diversi tra loro ma che nell'insieme formano un agglomerato rurale unico e irripetibile. La realtà agricola della Puglia è quanto mai varia e va da realtà aziendali piccole con aziende che presentano SAU inferiore ai 2 ettari, ad aziende con SAU maggiore di 50 ettari.

Per quanto riguarda la SAU, la Puglia con i suoi 1.280.876 ettari, è la seconda regione d'Italia dopo la Sicilia che ne registra 1.384.043 ha. Con una media di 4,7 ettari di SAU per azienda, la Puglia resta al di sotto dei valori nazionali fatta eccezione per la Liguria, Campania e Calabria dove troviamo valori di SAU per azienda più bassi. La SAU regionale è impiegata per il 51% nelle coltivazioni di seminativi, per il 41% di coltivazioni legnose e per il restante 8% in prati e pascoli.

Il numero delle aziende zootecniche è molto basso, circa 6000 aziende che rappresentano solo il 2,2% delle aziende agricole della Puglia. Nell'ultimo decennio per effetto delle politiche comunitarie e dell'andamento dei mercati, si è assistito ad una scomparsa di piccole agricole (circa 60.000), mentre la SAU regionale è leggermente cresciuta del 3%. Di riflesso è cresciuta la dimensione media aziendale che in termini di SAU è aumentata di circa 1 ettaro.

In Puglia, circa il 40% del valore economico produttivo agricolo è rappresentato dai prodotti delle colture arboree, principalmente olivicoli e vitivinicoli, le colture erbacee invece, ne assicurano circa il 37% e di queste, gli ortaggi, ricoprono il ruolo principale. La rimanente porzione è rappresentata dai servizi annessi 13%, dagli allevamenti zootecnici 9% e dalle colture foraggere 1%. La Puglia concorre per l'8% alla formazione della produzione agricola italiana, soprattutto per le produzioni di frumento duro, olivicoltura e vitivinicoltura.

A livello quantitativo la Puglia si pone ai primi posti per volume di prodotto quale il pomodoro da industria con 1,7 milioni di tonnellate prodotte, e di olive con circa 1 milione di tonnellate, che nell'insieme

costituiscono il 35% dell'intera produzione nazionale. Seguono l'uva da tavola con 990.000 tonnellate con il 68% di incidenza sulla produzione nazionale e il frumento duro con 800.000 tonnellate che rappresenta il 21% del prodotto nazionale. A queste produzioni tipiche caratterizzate da grandi volumi, si affiancano produzioni con minori volumi ma che sono quasi esclusivamente prodotti nel Mezzogiorno di cui alla Puglia va riconosciuta una consistente quota (carciofi, finocchi, broccoli, melanzane) e di frutticoli (arance, clementine, mandorle e ciliege).

Come è possibile evincere dai rilievi di campo il terreno oggetto dell'intervento così come i terreni limitrofi è coltivato per la maggior parte con le classiche colture cerealicole estensive a basso reddito, quali colture da foraggio, frumento di grano duro e coltivazioni di leguminose varie.

8.1 Analisi Corine Land Cover

L'areale destinato per la realizzazione del progetto Agrivoltaico in esame ricade in un'area ad elevata vocazione agricola che non interessa in alcun modo aree destinate ad uso industriale. Infatti, si evince, dalla cartografia (Tav.6) ricavata dal Corine Land Cover (CLC), che l'uso del suolo riscontrato corrisponde a seminativi semplici in aree non irrigue cod. 2.1.1.1. Queste aree sono destinate per lo più alla coltivazione di colture a regime seccagno, data l'impossibilità di irrigare a causa dell'assenza di un sistema irriguo idoneo. Nonostante l'elevata vocazione alla coltivazione di colture arboree, non si evincono nell'area destinata all'APV oliveti per la produzione di olio DOP e/o vigneti per la vinificazione o per la produzione di uva da tavola certificata (IGP e DOP).

È fondamentale considerare che la classificazione della tipologia di area CORINE nasce dall'interpretazione dei dati forniti dal sistema CORINE Land Cover dove attribuisce, mediante interpretazioni, le caratteristiche di un'area.

Il progetto CORINE Land Cover (CLC) come si evince dalla sitografia Copernicus Europe's eyes on Earth (<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>), nasce nel 1985 quando il Consiglio delle Comunità Europee, con la Decisione 85/338 EEC, varava il programma CORINE (Coordination of Information on the Environment) al fine di dotare l'Unione Europea, gli Stati associati e i paesi ad essa limitrofi di informazioni territoriali omogenee sullo stato dell'ambiente.

Questo progetto consente di ottenere e studiare dati sulla copertura, sull'uso del suolo e sulla transazione tra le diverse categorie. L'obiettivo principale di tale progetto è verificare dinamicamente lo stato dell'ambiente nell'area comunitaria, al fine di fornire dati e supporto per lo sviluppo delle politiche comuni, controllare gli effetti e proporre eventuali correttivi.

I prodotti del CLC sono basati sulla fotointerpretazione di immagini satellitari seguendo una metodologia e una nomenclatura standard con le seguenti caratteristiche:

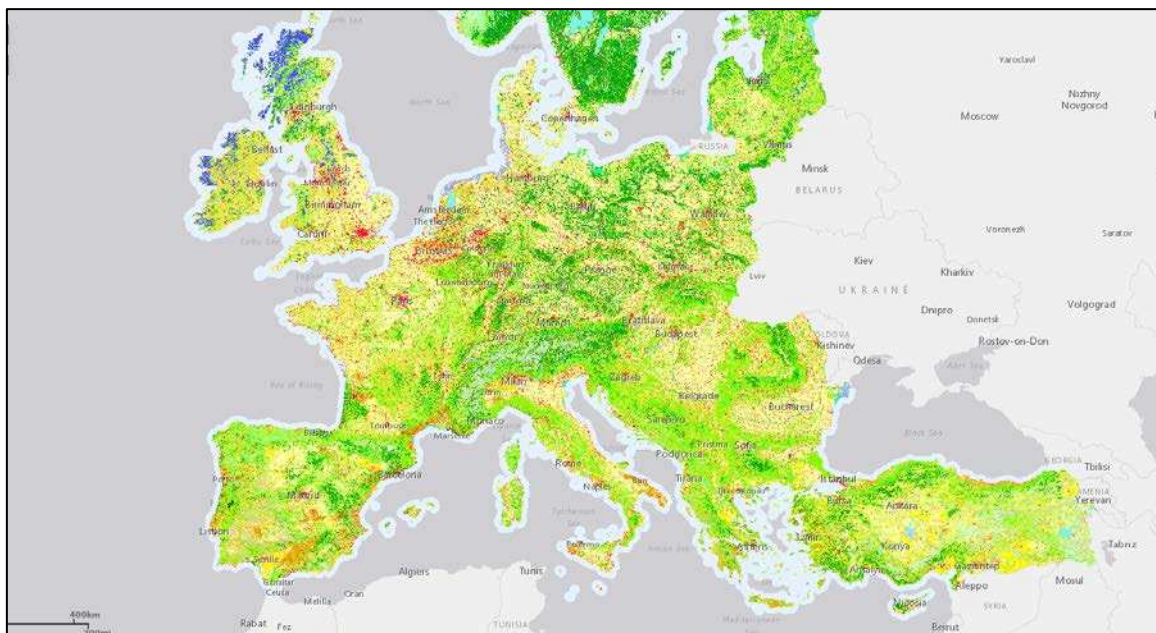
- 44 classi al terzo livello gerarchico della nomenclatura Corine: La nomenclatura CLC standard comprende 44 classi di copertura ed uso del suolo, le cui cinque categorie principali sono:
 - 1) superfici artificiali;
 - 2) aree agricole;
 - 3) foreste e aree seminaturali;
 - 4) zone umide;
 - 5) corpi idrici.

Per ogni categoria è prevista un'ulteriore classificazione di dettaglio, di seguito riportata, con la relativa codifica riportante i codici III e IV livello (riportati in corsivo laddove presenti) ed una breve descrizione degli stessi.

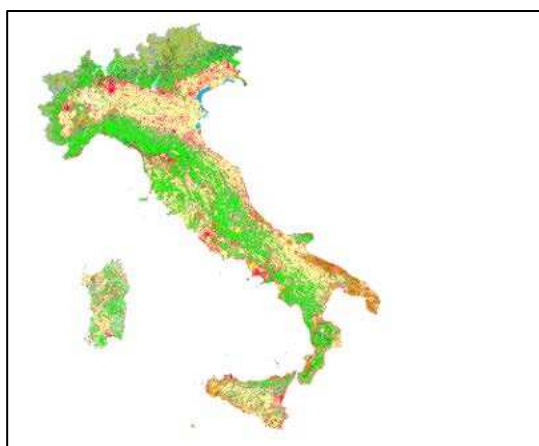
- Unità minima cartografabile (MMU) per la copertura di 25 ettari;
- Ampiezza minima degli elementi lineari di 100 metri;
- Unità minima cartografabile (MMU) per i cambiamenti (LCC) di 5 ettari.

| Sistema di nomenclatura a 44 classi su 3 livelli tematici della cartografia CLC. | | | |
|--|--|---|---------------------------------------|
| 1. Superfici artificiali | 1.1. Zone urbanizzate di tipo residenziale | 1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo | |
| | | 1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado | |
| | 1.2. Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali | 1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati | |
| | | 1.2.2. Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche | |
| | | 1.2.3. Aree portuali | |
| | | 1.2.4. Aeroporti | |
| | 1.3. Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati | 1.3.1. Aree estrattive | |
| | | 1.3.2. Discariche | |
| | | 1.3.3. Cantieri | |
| | 1.4. Zone verdi artificiali non agricole | 1.4.1. Aree verdi urbane | |
| | | 1.4.2. Aree ricreative e sportive | |
| | 2. Superfici agricole utilizzate | 2.1. Seminativi | 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue |
| | | | 2.1.2. Seminativi in aree irrigue |
| 2.1.3. Risaie | | | |
| 2.2. Colture permanenti | | 2.2.1. Vigneti | |
| | | 2.2.2. Frutteti e frutti minori | |
| 2.3. Prati stabili (foraggiere permanenti) | | 2.2.3. Oliveti | |
| | | 2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti) | |
| 2.4. Zone agricole eterogenee | | 2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti | |
| | | 2.4.2. Sistemi culturali e particellari complessi | |
| | | 2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti | |
| | 2.4.4. Aree agroforestali | | |
| | 2.4.5. Aree con vegetazione erbacea | | |
| 3. Territori boscati e ambienti seminaturali | 3.1. Zone boscate | 3.1.1. Boschi di latifoglie | |
| | | 3.1.2. Boschi di conifere | |
| | | 3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie | |
| | 3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea | 3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie | |
| | | 3.2.2. Brughiere e cespuglieti | |
| | | 3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla | |
| | | 3.2.4. Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione | |
| | 3.3. Zone aperte con vegetazione rada o assente | 3.3.1. Spiagge, dune e sabbie | |
| | | 3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti | |
| | | 3.3.3. Aree con vegetazione rada | |
| | | 3.3.4. Aree percorse da incendi | |
| | 3.3.5. Ghiacciai e nevi perenni | | |

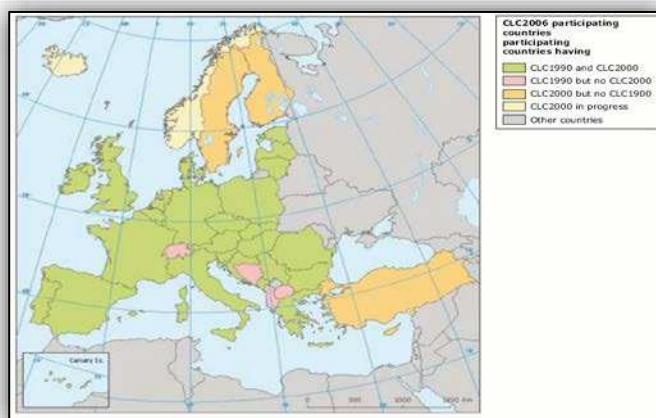
Tav. 6 - Sistema di nomenclatura della cartografia CLC2006



Tav. 7 - Corine Land Cover Europa



Tav. 8 - Corine Land Cover Europa



Tav. 9 - Paesi partecipanti al progetto Corine Land Cover 2006 (CLC2006)

I dati ottenuti dall'elaborazione delle mappe derivano dunque dall'adesione dell'ISPRA (prima APAT) a tale iniziativa realizzando il progetto "CLC2006IT" con un approfondimento tematico al IV livello per gli ambienti naturali e semi naturali, analogamente fatto per il CLC 2000.

Nel paragrafo successivo vengono indicati le classi con la quale vengono identificati i territori europei.

9- CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

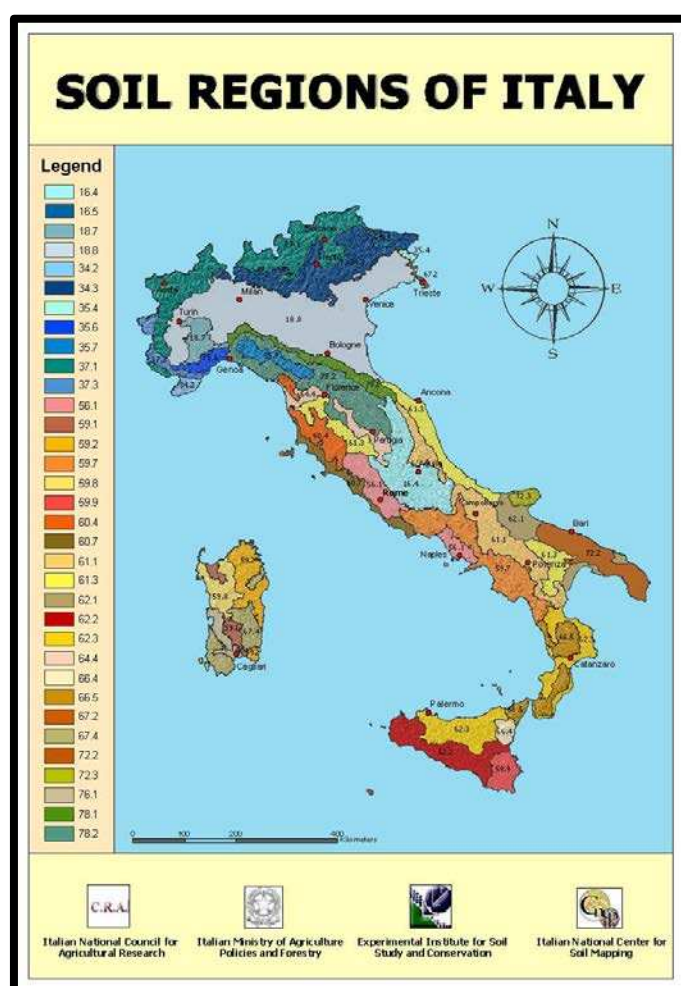
Le caratteristiche pedologiche della Regione Puglia vengono estrapolate dalla banca dati delle Regioni Pedologiche d'Italia redatta dal CNCP (Centro Nazionale Cartografia Pedologica) in scala 1:5.000.000.

La banca dati regionale fornisce una serie di informazioni sulle caratteristiche del suolo a livello continentale e allo stesso tempo rappresenta un primo livello informativo della Carta dei Suoli d'Italia.

Le Regioni Pedologiche vengono definite in accordo con il Database georeferenziato dei suoli europei (manuale delle procedure versione 1.1) ed esse sono delle delimitazioni geografiche caratterizzate da un clima tipico con specifiche associazioni di materiale parentale.

La Regione Puglia ricade nelle regioni pedologiche seguenti:

- 61.3 Colline dell'Italia centrale e meridionale su sedimenti pliocenici e pleistocenici;
- 62.1 Piane di Metaponto, Taranto e Brindisi;
- 72.2 Versanti della Murgia e del Salento e 72.3 Versanti del Gargano.



Tav. 10 - Carta delle Regioni Pedologiche

L'area di interesse per la realizzazione del progetto ricade all'interno della Regione Pedologica 62.1 denominate Piane di Capitanata, Metaponto, Taranto e Brindisi.

Questa regione presenta le seguenti caratteristiche:

- Clima e Pedoclima: Mediterraneo subtropicale;
 - media annuale della temperatura dell'aria 12-17 °C;
 - media annuale delle precipitazioni: 400 - 800mm;
 - mesi più piovosi: ottobre e novembre;

- mesi più secchi: da Maggio a Settembre;
- mesi con temperatura media sotto gli 0 °C: nessuno;
- regime di umidità del suolo: xerico o xerico secco, termico.

- Geologia e morfologia: Depositi marini ed alluvionali principalmente ghiaiosi e limosi;
 - cavità calcaree: Ambiente pianeggiante;
 - altitudine media: m101 s.l.m.m.;
 - pendenza media 3%.

- Principali suoli:
 - Suoli con proprietà verticali e riorganizzazione dei carbonati:
 - Calcic Vertisols;
 - Vertic;
 - Calcaric and Gleyic Cambisols;
 - Chromic and Calcic Luvisols;
 - Haplic Calcisols;
 - suoli alluvionali:
 - Eutric Fluvisols;
 - suoli salini:
 - Salonchaks;

- Land Capability Classes:
 - suoli appartenenti alla classe 1°, 2° e 3°:
 - con limitazione per la tessitura ghiaiosa, durezza, aridità e salinità.

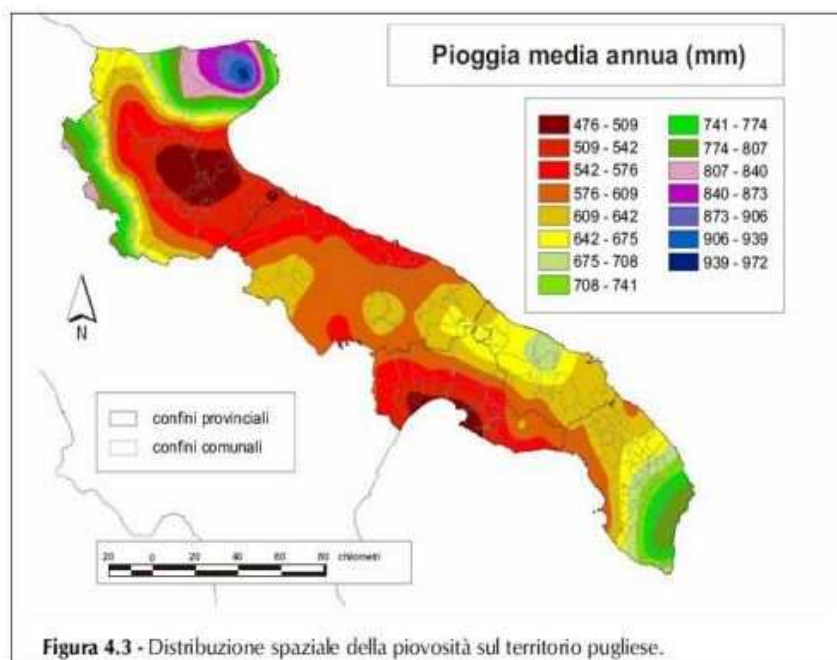
- Principali processi di degradazione dei suoli:
 - Processi di degrado dei suoli legati al concorso tra uso agricolo e uso non agricolo dell'acqua che sono rafforzati a causa del costante disseccamento climatico del Mediterraneo e della più intensa urbanizzazione. Sono stati rilevati fenomeni di alcalinizzazione del suolo associati alla salinizzazione.

10- CLIMA

Il clima rappresenta un complesso delle condizioni meteorologiche che caratterizzano una località o una regione durante il corso dell'anno. Essa è, dunque, l'insieme dei fattori atmosferici (temperatura, umidità, pressione, vento, irraggiamento del sole, precipitazioni atmosferiche ecc. ecc.) che ne caratterizzano una determinata regione geografica. La posizione geografica e la sua altitudine rispetto all'altezza del mare incidono notevolmente sulle caratteristiche climatologiche del territorio.

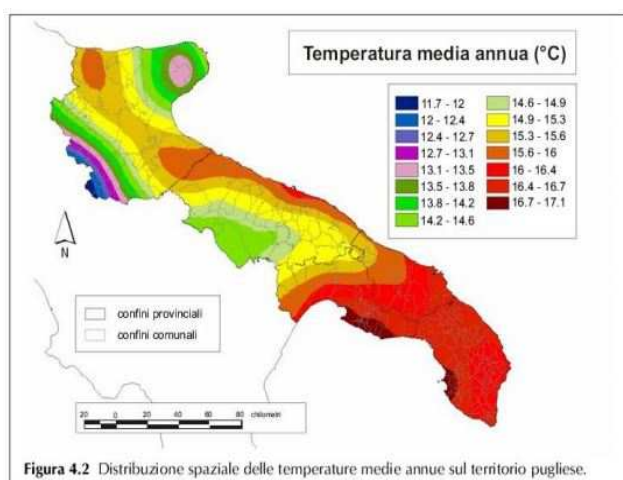
Il clima, dell'area oggetto della presentazione relazione agronomica, è di tipo mediterraneo, caratterizzato da estati aride e siccitose alle quali si susseguono autunni ed inverni miti ed umidi, durante i quali si concentrano la maggior parte delle precipitazioni. La piovosità media annua della Regione Puglia è di circa 500-600 mm, mentre le temperature massime raggiungono anche i 35°C nei mesi più caldi. I venti prevalenti nella zona sono di provenienza dai quadranti WNW NNW, i quali, spesso, spirano piuttosto impetuosi.

Tale clima è denominato Lauretum freddo e si tratta di una fascia intermedia tra il Lauretum caldo (Puglia meridionale, parte costiera della Calabria e della Sicilia) e le zone montuose appenniniche più interne.

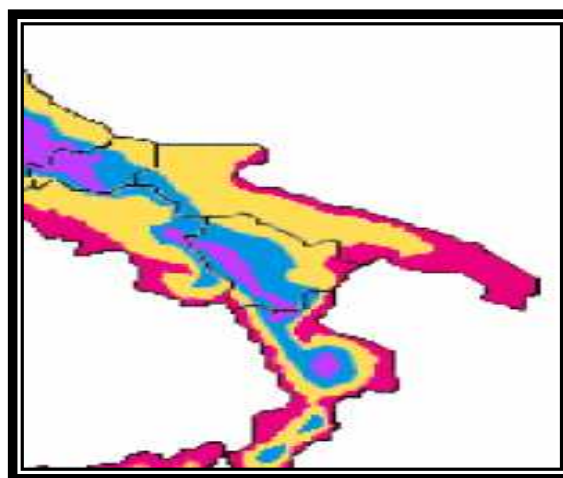


Tav. 11 - Distribuzione precipitazioni

Le temperature massime registrate vengono registrate nel periodo estivo con picchi di oltre 32°C.



Tav. 12 - Distribuzione spaziale delle temperature



Il clima della regione Puglia, data la forma allungata N-S, varia in relazione alla posizione geografica e alle quote sul livello del mare e alla vicinanza rispetto ad esso. Nel complesso la regione presenta un clima tipicamente mediterraneo-continentale caratterizzato da estati abbastanza calde e poco piovose ed inverni non molto freddi e mediamente piovosi, con una abbondante precipitazione soprattutto nei periodi autunnali.

Le temperature medie regionali ruotano intorno a valori di circa 15°C-16°C, con valori medi più alti nella zona meridionale, come l'area del Salento e l'area Ionica, e con valori più bassi nella zona del Gargano e del Subappennino Dauno.

Il periodo estivo è caratterizzato da temperature che raggiungono facilmente i 30°C raggiungendo punte di oltre 35°C.

Gli inverni sono relativamente freddi ma di rado raggiunge gli 0°C, tranne nelle aree del Subappennino e nel Gargano.

Le precipitazioni sono estremamente variabili e cambiano in funzione della zona geografica. Le aree più piovose sono il Gargano, il Subappennino Dauno e il Salento sud-orientale, ove i valori medi di precipitazione possono raggiungere gli 800 mm/anno. Più ci si avvicina alla zona pianeggiante, come ad esempio il Tavoliere, più si riduce il valore medio di precipitazione che ruota intorno ai 500mm/anno.

L'area oggetto di valutazione per la sua posizione geografica è caratterizzata da un clima tipicamente temperato, data la presenza della barriera appenninica, con inverni freddi e piovosi seguiti da estati miti.

Le temperature media più alta registrata ruota intorno ai 33°C mentre le temperature medie più basse lo si hanno nel periodo invernale nel mese di gennaio dove la temperatura raggiunge circa i 8°C.

Le principali precipitazioni si registrano nel periodo autunnale e nel periodo primaverile con una precipitazione media annuale di valore pari ai 350 mm.

In considerazione di questi fattori, non essendoci forti precipitazioni e in assenza di fenomeni di erosione in quanto trattasi di terreni pianeggianti, l'area non presenta contesti ed aspetti negativi al buon esito della realizzazione del progetto proposto.

11- ANALISI COSTI E BENEFICI AGRIVOLTAICO

11.1 La definizione del piano colturale

Il progetto Agrivoltaico proposto garantisce la continuità della produzione agro-zootecnica in sinergia con la produzione elettrica; infatti come si evince dai capitoli precedenti, l'areale verrà destinato alla coltivazione di una serie di colture erbacee in grado di garantire buone parte della razione alimentare di un allevamento zootecnico composto da ovini da latte.

Al fine di valutare la reale continuità dell'attività agricola tra il pre e il post realizzazione delle opere previste da progetto è stato condotto uno studio sul confronto del valore medio della produzione agricola dell'area oggetto d'intervento negli anni antecedenti con quello del post-realizzazione dell'opera considerando il mantenimento dell'indirizzo produttivo (valutazione del valore economico pre e post realizzazione dell'opera). Il valore economico verrà calcolato in termini valore di produzione standard nell'ambito dell'indagine RICA.

Il progetto proposto di APV prenderà in considerazione le coltivazioni effettuate fino ad oggi sulle particelle oggetto di analisi. Dai dati si evince che le aree destinate alla realizzazione dell'impianto APV ad oggi sono destinate alla coltivazione di colture a regime estensivo, costituite principalmente da graminacee, come evidente sia dai dati forniti dalla Regione Puglia mediante il SIT Puglia, sia dal sistema satellitare Land Corine e dalle indagini effettuate in campo al momento della redazione della presente relazione.

Infine, per valutare nel dettaglio la continuità produttiva e il valore economico delle singole particelle si è voluto effettuare una analisi dettagliata costi-benefici delle produzioni agricole, mediante determinazione

del reddito dell'azienda agricola in fase di preimpianto e post-impianto, per poi confrontarli. La scelta delle tipologie di colture da impiantare nasce dalla fattibilità agronomica ed economica dell'APV (simbiosi tra la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, la produzione agricola e la produzione di zootecnica), dalle caratteristiche ambientali e del suolo e dalle potenziali capacità lavorative dell'azienda. In relazione alle caratteristiche pedoclimatiche della superficie di progetto e alla sostenibilità alimentare dell'allevamento previsto, si ritiene opportuno coltivare la seguente coltura:

- **Erbaio polifita per il pascolo (graminacee-leguminose)**

La scelta della coltura appena citata non preclude la possibilità durante la vita dell'impianto APV, di coltivare altre specie idonee alla destinazione zootecnica nell'areale di riferimento; infatti, con il progredire delle ricerche e degli studi sul sistema APV, si potranno ottenere dati maggiori sulle colture adatte a tale sistema e, dunque, una pianificazione colturale più ampia. Le colture scelte garantiscono un sistema di coltivazione altamente meccanizzato, sono adatte ad areali non irrigui e non sono suscettibili a danni da ombreggiatura.

L'erbaio polifita, composto principalmente da graminacee, rappresenta un'ottima soluzione per garantire la copertura vegetale del suolo, proteggendolo dal fenomeno dell'erosione, e costituendo la base della razione alimentare del sistema zootecnico ovino, previsto da progetto.

Questo sistema di gestione del suolo rappresenta anche un sistema di miglioramento della condizione di benessere animale degli ovini allevati; infatti, tale habitat consente all'animale di selezionare l'alimento ad esso più ideale, garantisce ampi spazi per la movimentazione e, infine, garantisce la sicurezza da attacchi da parte della fauna selvatica carnivora.

La presenza contemporanea di diverse tipologie di colture all'interno del pascolo fornisce una fonte alimentare per l'allevamento ovino ed una fonte di polline per eventuali insetti pronubi presenti nell'areale. Le leguminose inserite all'interno degli erbai, invece, possono svolgere una triplice funzione in base alla tipologia di gestione che si vuole effettuare ed in funzione della rotazione scelta. Infatti, esse possono essere sovesciate, aumentando il livello di S.O. (Sostanza Organica) nel terreno, possono fungere da alimento per gli ovini e gli insetti utili, come la presenza dei fiori favorisce l'attività delle api e, infine, sono in grado di captare azoto atmosferico riducendo la necessità di utilizzare azoto di derivazione minerale.

11.2 Metodologia di analisi piano colturale

Il seguente progetto Agrivoltaico è stato elaborato rispettando sia le caratteristiche e i requisiti indicati nel documento "Linee guida in materia di impianti Agrivoltaici" pubblicato a giugno 2022 sia la fattibilità economica delle reali potenzialità economiche della nuova attività agro-zootecnica consentendo una integrazione positiva tra attività agricola e produzione elettrica. La scelta delle colture prese in analisi si giustifica in virtù dell'importanza economica delle stesse rispetto al contesto aziendale. Per tale motivo, ulteriori colture, seppure importanti, non sono state considerate poiché non rientrano ad oggi al contesto aziendale.

Si è deciso di procedere con l'analisi dei conti colturali per analizzare il valore medio della produzione standard di un APV. La scelta di tale metodo estimativo è dovuta a diverse considerazioni. Normalmente, nelle analisi tecnico-estimative, l'unità di misura che si adotta è l'unità aziendale, vale a dire un complesso di beni, terreni e capitali investiti per l'esercizio dell'attività agricola e delle attività connesse (impianti, bestiame macchine e attrezzi), non applicabile al progetto in esame a causa della scarsa diffusione di sistemi APV nelle

zone limitrofe all'area d'intervento e di conseguenza alla carenza di un'azienda APV tipo da cui si poteva effettuare lo studio.

Si è ritenuto, quindi, opportuno tralasciare il concetto di azienda tipo e considerare l'ettaro-coltura come unità a cui far riferimento.

Gli schemi di bilancio unitari sotto riportati verranno dunque strutturati, al fine di analizzare la potenziale remuneratività (valore medio della produzione agricola), pre-impianto e post-impianto APV, di un terreno dall'estensione di 1 ha, analizzando i costi che un imprenditore agricolo medio deve sostenere al fine di portare a termine una coltivazione.

La coltura principale, quale erbaio polifita per pascolo di graminacee e leguminose, corrisponde all'essenza principale che compone la razione alimentare dell'allevamento zootecnico in progetto.

11.3 Erbaio polifita per il pascolo

L'obiettivo di questo progetto è quello di associare ai pannelli fotovoltaici delle pratiche colturali innovative e produttive per l'agricoltore che, al tempo stesso, consentano di salvaguardare la biodiversità. Più precisamente, all'interno della pianificazione colturale, si è pensato di promuovere la creazione di un erbaio polifita, costituito da un miscuglio di graminacee e leguminose, adatte alle caratteristiche pedo-climatiche del territorio e caratterizzate da un alto valore nutrizionale ed energetico.

Come descritto nei capitoli precedenti, gli erbai rappresentano una fonte alimentare fondamentale per l'alimentazione zootecnica. Considerando la superficie aziendale ed il numero di capi previsti da progetto, è fondamentale che sia prevista la realizzazione di un pascolo polifita di graminacee e leguminose per la sostenibilità dell'allevamento, costituito da un miscuglio di leguminose quali veccia e graminacee come avena.

Le modalità di coltivazione delle graminacee/leguminose sono simili a quelle descritte nei paragrafi precedenti; infatti, la semina è prevista nei mesi autunnali dopo una ottimale preparazione del terreno, e successivamente è prevista una concimazione di circa 60-80 unità di azoto per ettaro.

A differenza di un erbaio annuale, il pascolo polifita di una seminata annuale, grazie alla capacità di ricaccio, caratteristica tipica di colture graminacee e leguminose che possono essere coltivate per più anni. L'inserimento di queste colture consentirà una costante copertura dei terreni, anche durante i periodi nei quali una classica rotazione agronomica cerealicola non la avrebbe garantita.

In particolare, tale coltivazione riduce il fenomeno di erosione del terreno, presente per quasi il 50% delle superfici agricole coltivate nell'area del Mediterraneo. La Puglia rappresenta una delle regioni maggiormente interessata da questo fenomeno, con riferimento soprattutto alla Capitanata particolarmente intercettata da forti e frequenti venti, nonché dall'irraggiamento solare.

Il valore di Produzione Standard come indicato dal RICA dell'erbaio polifita si attesta a €. 773,00/ha.

11.4 Valutazione agronomica ed economica

Il seguente paragrafo descriverà graficamente la configurazione agronomica dell'impianto Agrivoltaico, la divisione agronomica del campo e le rotazioni colturali allo scopo di fornire maggior dettagli.

I moduli fotovoltaici hanno un orientamento in direzione E – O, al fine di garantire la massimizzazione della produzione di energia solare. Tale disposizione genererà lo sviluppo di uno spazio inter-fila in direzione N - S, destinata alla coltivazione per l'ottenimento di prodotti alimentari.

La scelta delle tipologie di colture da impiantare, come specificato nei paragrafi precedenti, è stata valutata in funzione della fattibilità agronomica ed economica del progetto in esame, di conseguenza in funzione della potenziale produzione agricola generabile, delle caratteristiche aziendali, dell'andamento del mercato agricolo e in relazione della produzione zootecnica.

Il sistema di coltivazione verrà strutturato in un unico sistema colturale suddiviso in più sezioni. Tale sistema consente di ottimizzare la produzione agricola e zootecnica, mediante un'ottimale gestione della vegetazione, che consente alle graminacee di migliorare la struttura del terreno e alle leguminose di aumentare il contenuto di Azoto (N) e di Sostanza Organica nel suolo. Al fine di garantire una ottimale gestione della vegetazione del pascolo polifita è fondamentale che l'appezzamento venga suddiviso in più sezioni di pascolo.

I terreni destinati alla coltivazione del pascolo polifita sono posti nelle zone INTRAFILA e INTERFILA all'interno del sistema fotovoltaico per una larghezza massima di circa 5,70 m. Tale spazio consente, ove necessario, alla maggior parte delle macchine agricole (ad oggi presenti in commercio) di muoversi liberamente all'interno del terreno, senza che gli impianti fotovoltaici creino ingombri alla movimentazione degli stessi.

Come descritto nei paragrafi precedenti, il pascolo polifita in progetto verrà progettato e realizzato su tutta la superficie designata e per tutto il periodo utile di progetto.

Il sistema di coltivazione APV utilizza la presenza di solar tracker infissi nel terreno per l'installazione dei moduli fotovoltaici. I solar tracker, andranno ad occupare parte della superficie disponibile alla coltivazione. La restante parte verrà adibita alla coltivazione delle colture indicate in precedenza. Per ottenere un valore economico totale della produzione potenziale annuale è necessario analizzare la superficie reale disponibile alla coltivazione delle colture principali.

La superficie disponibile per la coltivazione è di 89.37.85 HA. In conclusione, analizzando le superfici disponibili e le ottimali rotazioni colturali, l'impianto APV non comporta una riduzione del reddito rispetto alla produzione preimpianto APV né una riduzione di valore di Produzione Standard. È fondamentale considerare che la valutazione economica e del mantenimento dell'indirizzo produttivo (Valore di Produzione Standard o PS) non va calcolata unicamente dal valore della produzione agronomica ottenuta al di sotto dei pannelli, in quanto ad essa va sommato anche il valore dell'allevamento zootecnico.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa della potenziale PS aziendale pre- e post- impianto APV:

| Anno | Superficie agricola | PS [€] | Totale [€] |
|---------------|---------------------|----------|------------------|
| 1 | 90.23.75 Ha | | |
| | Frumento | 1.017,00 | 91.771,54 |
| TOTALE | | | 91.771,54 |

Tab. 9 - Valore di Produzione Standard - PRE-IMPIANTO

| Anno | Allevamento | Ettari | N° | PS [€] | Totale [€] |
|----------------------|---------------------------|-----------|-------|--------|---------------------|
| 1 | Erbaio Polifita (pascolo) | 89.37.85* | | 773,00 | 69.089,58 |
| | PECORE | | 980 | 319,00 | 312.620,00 |
| | ARIETI | | 24 | 145,00 | 3.480,00 |
| | AGNELLI/AGNELLE | | 1.089 | 145,00 | 157.905,00 |
| | AGNELLE DA RIMONTA | | 185 | 0 | 0 |
| TOTALE | | | | | 543.094,58 |
| DIFFERENZIALE | | | | | + 451.323,04 |

Tab. 10 - Valore di Produzione Standard - POST IMPIANTO

Note*: Il valore di superficie destinata all'erbaio polifita è dato dalla differenza dell'area totale interessata dal progetto, area catastale (90.23.75 HA) e dalla assunta superficie non agricola dall'APV o superficie tecnica (00.85.90 HA).

Da come è possibile evincere dalle tabelle, al momento della redazione della presente relazione, i terreni interessati alla realizzazione dell'impianto, sono coltivati con **un erbaio da foraggio annuale** (Classificazione RICA Altre foraggere avvicendate). Considerando la valutazione della PS, è possibile constatare che la PS totale preimpianto di circa **91.771,54€**. Il progetto, nonostante preveda una riduzione della superficie della superficie totale ha, non comporta una diminuzione del valore della PS; anzi, come si evince dalla succitata tabella, la coltivazione agricola e la produzione zootecnica raggiungono valori nettamente superiori rispetto alla PS preimpianto pari a **+ 451.323,04€**.

Ponendo attenzione al valore medio della produzione agricola registrata nell'area interessata alla realizzazione del sistema Agrivoltaico, nell'anno solare antecedente e in quello post-intervento, è chiaro come, a parità di indirizzo produttivo, nonostante nel post-intervento ci sia una riduzione di superficie agricola utilizzabile, il reddito aziendale non solo non subisce un decremento, ma fa registrare un incremento, soprattutto grazie all'allevamento zootecnico. Ciò è dovuto al processo programmato di valorizzazione della produzione e all'inserimento del sistema di allevamento ovino, che consente di aumentare il valore di mercato del prodotto e, contemporaneamente, di inserirsi all'interno di un nuovo mercato.

Inoltre, dal punto di vista agronomico ed economico, l'inserimento di un allevamento zootecnico riduce i rischi per l'imprenditore ed aumenta l'efficienza di utilizzo del terreno, la sua conservazione e le caratteristiche agronomiche della coltura selezionata (Erbaio polifita).

12- DESCRIZIONE TECNICA DEL PROGETTO

L'impianto Agrivoltaico rappresenta un sistema combinato tra produzione agricola e produzione di energia da fonte rinnovabile. Esso, infatti, mediante i moduli fotovoltaici, è in grado di convertire l'energia della luce solare incidente in energia elettrica. Di norma la produzione di questa tipologia di energia elettrica mediante l'utilizzo del sistema fotovoltaico è concorrenziale rispetto alle fonti fossili a base di Carbonio e, inoltre, presenta numerosi vantaggi derivanti dalla riduzione di produzione di CO₂ ed altri inquinanti. I moduli fotovoltaici, dunque, sono in grado di produrre energia elettrica mediante la trasformazione di una percentuale dell'energia contenuta dai fotoni in energia elettrica sotto forma di corrente continua. Questa tipologia di corrente, tramite degli inverter, viene opportunamente trasformata in corrente alternata ed immessa alla rete elettrica del distributore, quale Enel-distribuzione S.p.a.

L'impianto consentirà la produzione di una significativa quantità di energia elettrica, abbattendo emissioni di sostanze inquinanti, le quali ad oggi rappresentano uno dei principali problemi mondiali. Tale sistema rientra tra le opere per la produzione di energia elettrica pulita sancite dal Protocollo di Kyoto del 1997 e dal Libro Bianco italiano del 1998. Dal punto di vista normativo ed ambientale il progetto rientra nella categoria impianti industriali non termici per la produzione di energia presente nell'Allegato IV lettera c) del Decreto legislativo 152/2006 e successivamente aggiornato dal Decreto legislativo 4/2008.

L'utilizzo dell'energia solare per la produzione di energia elettrica presenta numerosi aspetti positivi:

- abbattimento delle emissioni di inquinanti;
- nessun inquinamento acustico;
- rientro del capitale investito data l'estrema affidabilità dell'impianto;
- costi di manutenzione bassi;
- aumento della produzione di energia elettrica;
- aumento del valore dell'immobile.

Il progetto Agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico di tipo avanzato, con annesso allevamento ovino, della potenza complessiva d'immissione paria circa 57.348,62 kW in agro di Ortona" descritto nella presente relazione è costituito da n° 82.516 moduli fotovoltaici, di potenza unitaria pari a 695 Wp in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie per una potenza di picco complessiva pari a 57.348,62 kWp. Tali moduli sono opportunamente installati su strutture rotanti monoassiali ad inseguimento solare chiamati solar Tracker.

L'impianto prevede 2.947 tracker da 28 moduli e 200 inverter da 250 kW.

L'energia prodotta dall'impianto verrà convogliata e trasformata tramite dei convertitori statici (inverter) centralizzati di potenza nominale e massima pari a 50.000 kW. L'inverter è di tipo a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione della norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza).

L'impianto comprenderà ulteriori opere, identificate come opere di connessione:

- cavidotto interrato AT 36 kV di lunghezza Totale pari a circa 12.979 m, che connette tra loro le n°11 Cabine Inverter, 1 Cabina di raccolta e 1 Cabina di sottostazione da 36 kV e trasporta l'energia elettrica prodotta dall'impianto alla Cabina Primaria di Enel-distribuzione;
- Cabina Elettrica di Consegna Utente;
- Cabina Elettrica di raccolta Utente;
- Cabine Inverter di Trasformazione;
- viabilità interna sterrata e permeabile, per una lunghezza totale di circa 11.500 mq, per consentire il transito dei mezzi necessari per la manutenzione e la pulizia dei moduli FV.

13- CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Il progetto Agrivoltaico rappresenta una combinazione ottimale per la produzione di energia solare e produzione agronomica, in quanto attraverso di esso si riesce a mantenere il terreno tra le file e sotto le file dei moduli libero e, quindi, utilizzabile a fini agronomici. Questo sistema innovativo consente e garantisce la continuità in termini di utilizzo agricolo e allo stesso tempo di realizzare un sistema in grado di generare energia pulita. Il presente impianto è stato progettato ai sensi delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici", pubblicate nel giugno 2022, le quali hanno lo scopo di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito Agrivoltaico; nello specifico, si tratta di *"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"*. Il documento pubblicato è strutturato principalmente in due sezioni.

La prima sezione delle Linee Guida identifica e definisce cosa è un impianto Agrivoltaico, nello specifico descrive l'impianto Agrivoltaico avanzato come un impianto che secondo l'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. Mm, è in grado di *(a) adottare soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione, e (b) prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio, che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.*

La seconda sezione delle "Linee Guida", oltre a descrive nello specifico le caratteristiche e i requisiti che un sistema Agrivoltaico deve avere per definirsi tale, riporta una serie di esempi ed immagini in grado di meglio descrivere cosa si intende per Agrivoltaico (figura 1).

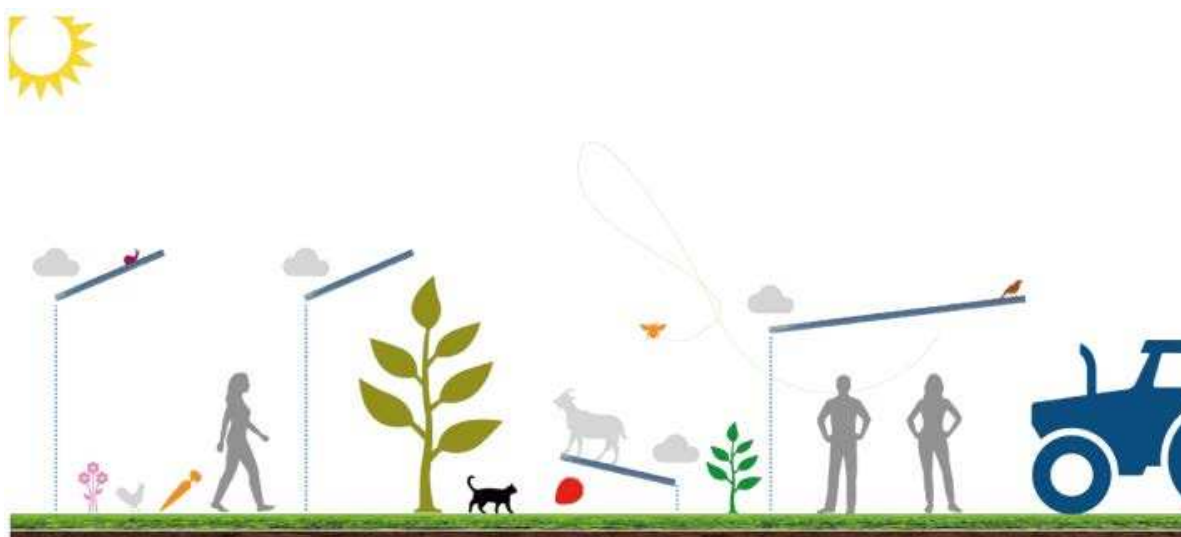


Fig. 1 -Fonte: Alessandra Scognamiglio, "Photovoltaic landscape": Design and assessment. A critical review for a new transdisciplinary design vision, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 55, 2016, pages 629-661 ISSN 1364-0321.

Nella Figura n.2 sotto riportata è indicata, con segnalazione di colore rosso, il pattern del fotovoltaico scelto per tale progetto con un'altezza dei moduli dal suolo pari a 1,3 mt.

Per Pattern si intende la geometria e densità della trama dei moduli fotovoltaici, nello specifico abbiamo ritenuto opportuno utilizzare il tipo b) Montpellier (France), half density.

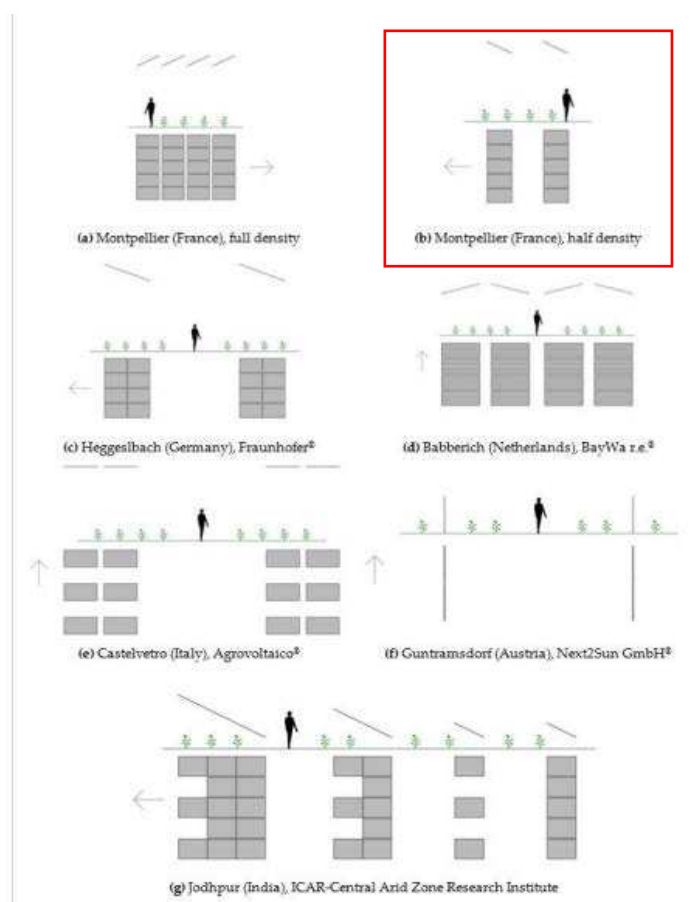


Fig.2: Diversi pattern spaziali scelti per ottimizzare le prestazioni complessive dei sistemi Agrivoltaici in base a diversi tipi di colture. Si apprezza la ricerca della configurazione ottimale tramite la variazione della disposizione in pianta dei moduli, della loro altezza da terra e della loro specifica giacitura.

FONTE: Toledo, C.; Scognamiglio, A. Agrivoltaic System Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three – Dimensional Agrivoltaic Patterns). Sustainability 2021,13,6871.

Al fine di ottimizzare la produzione agronomica e di energia elettrica nel pieno rispetto dei requisiti l’impianto Agrivoltaico è stato progettato in modo tale che i campi e relativi sottocampi abbiano configurazione di “sistema Agrivoltaico a insieme di tessere”, definendo la Tessera n.1 e la Tessera n.2, come indicate in Fig. 3 seguente.

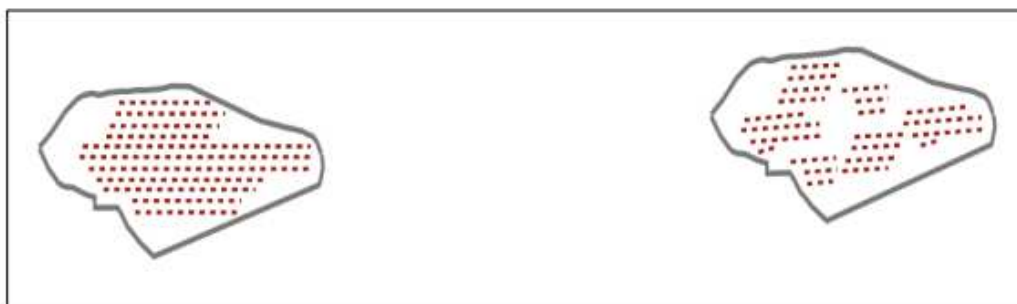
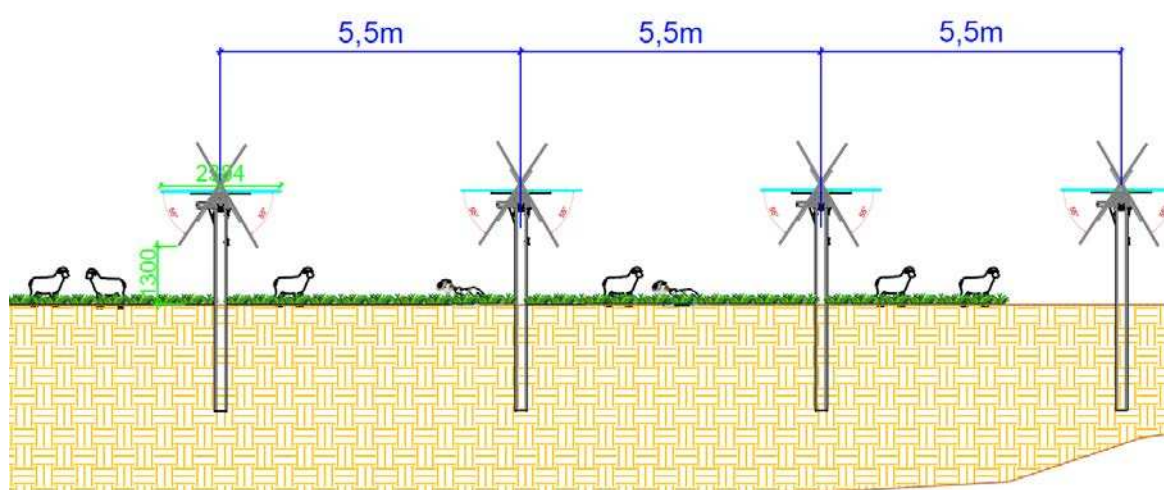
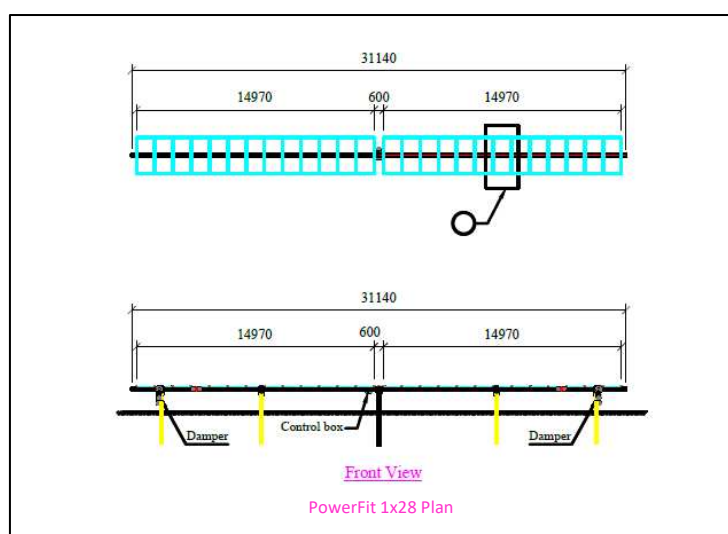
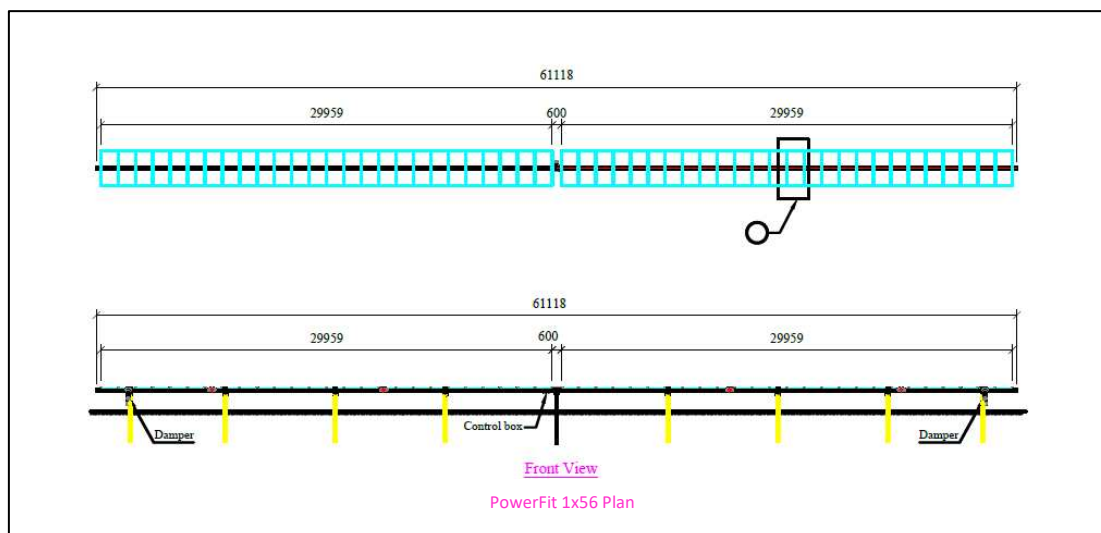


Fig.3: Configurazioni di un sistema Agrivoltaico a unica tessera e a insieme di tessere
 FONTE: ENEA

Il pattern tridimensionale viene ottimizzato per il sistema Agrivoltaico desiderato per tale progetto al fine di favorire le attività zootecniche agricole del terreno in esame.



Tav.14: Tracker 1V Monoassiale 0° N-S



Tav. 15: Tracker 1V Monoassiale 0° N-S Gruppi, Disposizione e particolari

Il sistema di inseguimento consente una maggiore resa in termini di producibilità energetica e riduce eventuali fenomeni di ombreggiamento continui che potenzialmente potrebbero avere effetti sulla produzione agricola. Garantire una continuità dell'attività agronomica nell'area indicata per la realizzazione del progetto è imprescindibile e consentirà una continuità colturale da parte del titolare dell'azienda agricola. Solo una minima parte del terreno verrà adibita alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico, mentre la restante parte verrà destinata al pascolo con essenze idonee all'autosostentamento dell'allevamento zootecnico previsto. Un sistema Agrivoltaico consente, dunque, di ridurre l'impatto che l'opera può avere sul contesto botanico-vegetazionale e faunistico dell'area e consentire la continuità colturale dell'area. Quindi, oltre alle classiche opere di mitigazione presenti nei classici impianti fotovoltaici, rappresentate dalle fasce perimetrali con specie arboree - arbustive di medio fusto, vi è la realizzazione di un sistema agro-zootecnico, costituito da un sistema di pascolo tra e nelle file dell'impianto, mediante l'uso di essenze idonee al sistema di allevamento zootecnico. L'interazione di queste due compagini garantisce un netto aumento delle caratteristiche ecologiche dell'area.

Data la specificità del progetto, le opere sono da intendersi di interesse pubblico, indifferibile ed urgenti come indicato dall'art.1 comma 4 della legge 10/91 e dall'art.12 comma 1 del Decreto legislativo 387/2003

nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come sancito dal comma 7 dello stesso articolo del decreto legislativo.

14 - REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Analizzando e “Linee Guida” vi sono riportati cinque requisiti specifici che i sistemi Agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati.

I requisiti riportati sono:

- **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;
- **REQUISITO B:** Il sistema Agrivoltaico è esercitato, 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;
- **REQUISITO C:** L'impianto Agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema Agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- **REQUISITO D:** Il sistema Agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- **REQUISITO E:** Il sistema Agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici

Il rispetto dei requisiti riportati A, B, C, D ed E è preconditione necessaria sia per lo sviluppo di un sistema Agrivoltaico avanzato sia per l'eventuale 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.

Nelle sezioni sottostanti vi è riportata una sintesi delle caratteristiche del progetto Agrivoltaico avanzato in oggetto, in considerazione del rispetto dei requisiti A, B, C, D ed E riportati nelle “Linee Guida”, che verranno meglio descritte nei capitoli sottostanti.

14.1 - Requisito A - L'impianto rientra nella definizione di “Agrivoltaico”

Per il rispetto del “Requisito A”, di seguito dimostrato matematicamente, la ORDONA SOLAR S.r.l. ha previsto delle condizioni costruttive e spaziali al fine di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola-pastorale garantendo una ottimale sinergia con la produzione elettrica.

Di seguito riportiamo le condizioni rispettate:

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

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

Di seguito dettagli del Requisito "A" soddisfatto:

A.1) Superficie minima coltivata

Nel rispetto del Decreto-legge 77/2021, la continuità dell'attività agricola ($S_{agricola}$) sull'area oggetto di intervento (superficie totale del sistema Agrivoltaico, S_{tot}) risulta essere un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema Agrivoltaico.

Tale condizione si verifica rispettando la condizione secondo la quale, sui terreni oggetto di intervento (S_{tot}), almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola ($S_{agricola}$), nel rispetto delle buone Pratiche Agricole (BPA).

Di seguito si specifica la proporzione tra le superfici:

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

Il presente progetto considerando le superfici delle due tessere, prevede una Superficie minima coltivata ($S_{agricola}$) destinata alla attività zootecnica-pastorale di estensione pari a 90.23.75 HA (valore stimato come superficie minima al netto della $S_{nonAgricola}$) rispetto ad una Superficie oggetto d'intervento (S_{tot}) del sistema Agrivoltaico di estensione pari a 90.23.75 HA (valore stimato come superficie totale).

| | Tessera1 [m ²] | $S_{agricola}$ | Tessera 2 [m ²] | $S_{agricola}$ | Tot Tessere [m ²] | $S_{agricola}$ tot. Tessere |
|---|-------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|----------------------------------|--------------------------------|
| S_{tot} tessere | 368.768 | | 533.607 | | 902.375 | |
| Area non coltivabile + Opere annesse | 1.659,44 | | 6.930,58 | | 8.590,01 | |
| $S_{agricola}$ tessere | 367.108,56 | 99,55% | 526.676,42 | 98.70% | 893.784,98 | 99,05% |

$$\text{Superficie minima attività agricola} = \frac{893.784,98}{902.375} \sim 0,99$$

Dai calcoli effettuati la $S_{agricola}$ è pari al 99,05%, valore superiore al 70% richiesto. Tale parametro rispetta a pieno il valore minimo indicato dalle Linee Guida MiTE, dunque, il soddisfacimento del Decreto-Legge 77/2021. È imprescindibile considerare che in fase di esecuzione il progetto proposto possa subire modifiche dovute alla mancata disponibilità di specifici materiali e che dunque possa modificare la superficie tecnica a discapito della coltivabile.

A seguito di tale considerazione possiamo asserire che la superficie agricola coltivata potrà essere leggermente inferiore a quella sopra riportata; e per tale ragione si assume un valore di $S_{agricola}$ pari a circa il 90% della Superficie Totale occupata dalle Tessere.

Tale percentuale di Superficie Agricola pari al 90% è stata calcolata considerando un "fattore di correzione" denominato "Kc" (valore pari a 1,5) sul calcolo dell'Area non coltivabile che tiene in considerazione delle possibili variazioni, in fase di esecuzione del progetto, determinate dalla probabile mancata disponibilità dei materiali da posare.

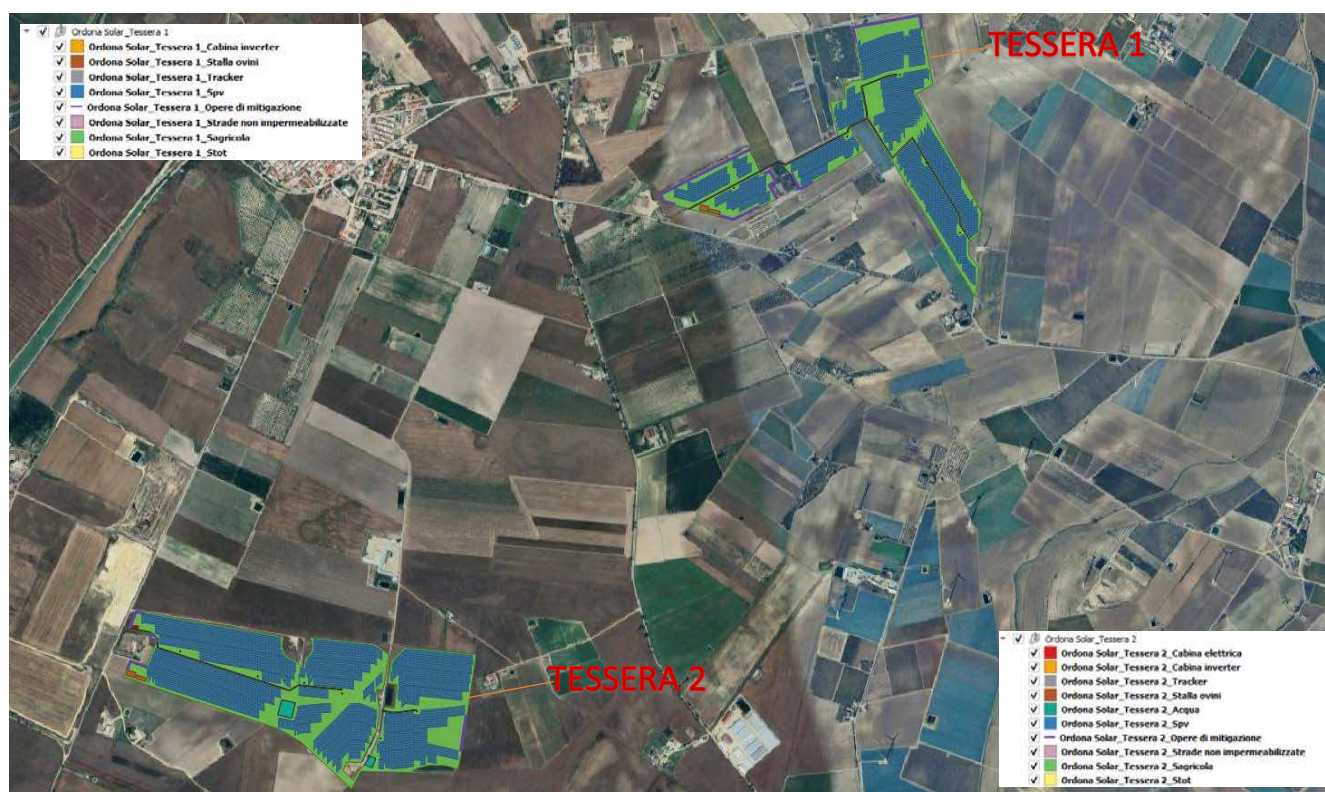
Infatti di seguito il calcolo:

| | Tessera1 [m ²] | S _{agricola} | Tessera 2 [m ²] | S _{agricola} | Tot Tessere [m ²] | S _{agricola tot. Tessere} |
|---|--|-----------------------|---|-----------------------|---|------------------------------------|
| S_{tot} tessere | 368.768 | | 533.607 | | 902.375 | |
| Area non coltivabile + Opere annesse | (1.659,44 x Kc) (1.659,44 x 1,5) 2.489,16 | | (6.930,58 x Kc) (6.930,58 x 1,5) 10.395,87 | | (8.590,01 x Kc) (8.590,01 x 1,5) 12.885,03 | |
| S_{agricola} tessere | 366.278,84 | 99,33% | 523.211,13 | 98,05% | 889.489,97 | 98,57% |

$$\text{Superficie minima attività agricola} = \frac{889.489,97}{902.375} \sim 0,9857$$

Di conseguenza S_{tot} è pari a circa il **98.57%** della Superficie Totale occupata dalle Tessere.

Nel suo complesso il progetto Agrivoltaico è inserito all'interno di un progetto zootecnico che occupa una superficie maggiore rispetto a quello utilizzato dalle tessere sopra descritte



Pertanto, si evince il pieno rispetto del Requisito "A.1" richiesto.

Infine, è fondamentale evidenziare che il progetto destinato alla realizzazione dell'allevamento zootecnico interesserà, nel suo complesso, una superficie maggiore rispetto all'area interessata alla realizzazione dell'impianto Agrivoltaico, così come osservato nelle tavole precedenti. Infatti, l'attività zootecnica si estenderà su una superficie complessiva di 90.23.75 HA e il numero dei capi è calcolato considerando il carico massimo della superficie complessiva considerata (ciò garantisce una migliore stabilità e rigenerazione del

pascolo, nonché una gestione del suolo altamente sostenibile). Di conseguenza, se già la percentuale di “S_{agricola}” relativamente alla zona interessata dalla realizzazione delle tessere dell’APV risponde pienamente al requisito previsto dal legislatore, il fatto che la superficie agricola utilizzata per l’allevamento sia ancora superiore, rafforza il pieno rispetto del requisito in oggetto.

A.2) Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

La continuità dell’attività agricola può essere determinata anche da una configurazione d’impianto rispettando parametri fondamentali come “densità” e “porosità” dell’applicazione fotovoltaica rispetto al terreno d’installazione.

Nello specifico tale progetto rispetta il requisito di densità di potenza (MW/ha) inteso come percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli denominata LAOR.

Il limite massimo richiesto dalle “Linee Guida”, al fine di non limitare l’adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti è pari ad un LAOR del 40%.

Di seguito indicazione matematica del requisito:

$$LAOR \leq 40\%$$

Il presente progetto prevede una Superficie complessiva coperta dai moduli fotovoltaici di estensione pari a 256.323,74 m² rispetto alla Superficie complessiva del terreno d’installazione degli stessi dei moduli di estensione pari a 902.375 m².

Pertanto dai calcoli effettuati il la ***Superficie complessiva coperta dai moduli denominata LAOR è pari al 28,40%***, valore inferiore al 40% richiesto.

Pertanto si evince il pieno rispetto del Requisito “A.2” richiesto.

Di seguito tabella di progetto per il calcolo del LAOR (Tab. n.11) come modello presente in Tabella n.12 a seguire, estratta da *Elaborazioni GSE*:

| Tipologia di impianto | Colture | Densità Potenza [MW/ha] | Potenza Moduli [W] | Superficie Singolo Modulo [m ²] | Densità Moduli [m ² /kW] | Superficie Moduli [m ² /ha] | LAOR [%] |
|---|------------------------|-------------------------|--------------------|---|-------------------------------------|--|----------|
| Agrivoltaico ORDONA SOLAR S.r.l “Ordonà – Tessera 1” | Prato-Pascolo polifita | 0,593 | 695 | 3,11 | 4,47 | 2.649 | 26,49 |
| Agrivoltaico ORDONA SOLAR S.r.l “Ordonà – Tessera 2” | Prato-Pascolo polifita | 0,665 | 695 | 3,11 | 4,47 | 2.973 | 29,73 |

Tab. 11: Tabella di progetto per il calcolo del LAOR – Impianto Agrivoltaico Avanzato Ordonà

| Tipologia di impianto | Colture | Densità potenza [MW/ha] | Potenza moduli [W] | Superficie singolo modulo [m ²] | Densità moduli [m ² /kW] | Superficie moduli [m ² /ha] | LAOR [%] |
|---|---|----------------------------|-----------------------|--|--|---|-------------|
| FTV a terra Conto Energia (moduli 210 W) | | 0,6 | 210 | 1,7 | 8,1 | 4.857 | 49% |
| FTV a terra 2020 (moduli 250 W) | | 0,7 | 250 | 1,7 | 6,8 | 4.857 | 49% |
| FTV a terra 2020 (moduli 350 W) | | 1,0 | 350 | 1,7 | 4,9 | 4.857 | 49% |
| Caso tipo Agrivoltaico 1 (LAOR 30%, moduli 250 W) | | 0,4 | 250 | 1,7 | 6,8 | 3.000 | 30% |
| Caso tipo Agrivoltaico 2 (LAOR 30%, moduli 350 W) | | 0,6 | 350 | 1,7 | 4,9 | 3.000 | 30% |
| Agrivoltaico Jinzhai 2016, 545 kW | | 0,3 | 330 | 1,9 | 5,9 | 1.951 | 20% |
| Agrivoltaico Virgilio 2011, 2,1 MW | grano invernale, mais | 0,2 | 280 | 1,9 | 6,9 | 1.305 | 13% |
| Agrivoltaico Castelvetro 2011, 1,3 MW | grano invernale, mais | 0,2 | 280 | 1,9 | 6,9 | 1.312 | 13% |
| Agrivoltaico Heggelbach 2016, 194 kW | grano invernale, patate, trifoglio, sedano rapa | 0,6 | 270 | 1,7 | 6,2 | 3.540 | 35% |
| Agrivoltaico Nidoleres 2018, 2,2MW | vite | 0,5 | 282 | 1,7 | 6,0 | 2.947 | 29% |

Tab.12: Densità di potenza di un suolo per possibili installazioni fotovoltaiche a terra o con sistemi Agrivoltaici

FONTE: Elaborazioni GSE

14.2 - Requisito B: La produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli

Il sistema Agrivoltaico deve essere esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli.

Con il rispetto delle seguenti condizioni, previa dotazione di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola (rispetto del requisito D specificato in seguito) si può valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sistemi:

B.1) La continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;

B.2) La producibilità elettrica dell'impianto Agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard ed il mantenimento in efficienza della stessa.

Di seguito dettagli delle condizioni del Requisito "B" soddisfatto.

B.1) Continuità dell'attività agricola

Di seguito specificati i parametri che il seguente progetto prevede di valutare, nel corso dell'esercizio dell'impianto, al fine di comprovare la continuità dell'attività agricola:

- a) L'esistenza e la resa della coltivazione
- b) Il mantenimento dell'indirizzo produttivo

Il progetto Agrivoltaico in oggetto prevede il miglioramento della attività agricola, poiché mediante la variazione dell'indirizzo produttivo agricolo precedente ad attività zootecnica pastorale, vi è un aumento della produzione generale dell'area destinata al sistema Agrivoltaico rispetto alla medesima registrata negli anni solari precedenti.

Infatti, si stima che il progetto zootecnico è in grado di generare un valore di produzione standard maggiore rispetto allo stato attuale di coltivazione.

Come definito dalle “Linee Guida” 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”. Il progetto Agrivoltaico proposto stima un miglioramento del valore economico delle aree interessate poiché la presenza del pascolo e dell’allevamento ovino, rispetto allo stato attuale, consente un miglioramento di **451.323,04 €** essendo la stima dello stato attuale pari a 91.771,54 €. Tale miglioramento consente il pieno rispetto del requisito analizzato.

Pertanto, con tale miglioramento, si evince il pieno rispetto del Requisito “B.1” richiesto.

| FASE TEMPORALE | CONDUZIONE | ETTARI | Capi di Bestiame | €/ha €/capo | PS TOTALE [€] |
|----------------------|---------------------------|-----------|------------------|-------------|--------------------|
| PRE-IMPIANTO | Frumento duro | 90.23.75 | | 1.017,00 | 91.771,54 |
| POST-IMPIANTO | Erbaio Polifita (pascolo) | 88.72.53* | | 773,00 | 69.089,58 |
| | PECORE | | 980 | 319,00 | 312.620,00 |
| | ARIETI | | 24 | 145,00 | 3.480,00 |
| | AGNELLI | | 1.089 | 145,00 | 157.905,00 |
| DIFFERENZIALE | | | | | +451.323,04 |

Tab. 13: Variazione del Valore di Produzione Standard – PRE e POST-IMPIANTO

Note*: Il valore di superficie destinata all’erbaio polifita è dato dalla differenza dell’area totale interessata dal progetto, area catastale (HA 90.23.75) e dalla assunta superficie non agricola dall’APV o superficie tecnica (HA 00.85.59).

B.2) Producibilità elettrica minima

Come indicato nel documento rilasciato dal GSE “Appendice 3_Esempio di calcolo del valore di producibilità con software PVGIS”, ai fini della verifica sulla producibilità del sistema Agrivoltaico è necessario introdurre il concetto di LAOR (Land Area Occupation Ratio) che consente di valutare la densità dell’applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione. Il LAOR è definito come il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell’impianto Agrivoltaico (Spv) e la superficie totale occupata dal sistema Agrivoltaico (Stot); tale valore è espresso in percentuale.

TESSERA 1

Il LAOR del progetto in questione è del **26,49%**:

| Stot mq | Spv mq | LAOR % |
|----------------|------------------|--------------|
| 368.768 | 97.676,13 | 26,49 |

Per rispettare il requisito della producibilità elettrica minima è necessario che la produzione elettrica specifica dell’impianto Agrivoltaico avanzato, **FVagri**, risulti non inferiore al 60% della producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento, **FVstandar** ubicato nello stesso sito.

$$FVagri \geq 0,6 \cdot FVstandar$$

Il LAOR viene impiegato esclusivamente ai fini del calcolo della producibilità dell'impianto di riferimento e a tale fine sono state attuate le seguenti assunzioni: - superficie totale dell'impianto di riferimento = superficie totale del sistema Agrivoltaico Stot; - superficie del singolo modulo su impianto di riferimento = superficie del modulo che si intende installare su impianto Agrivoltaico; - potenza nominale del singolo modulo su impianto di riferimento = potenza nominale del modulo che si intende installare su impianto Agrivoltaico; - LAOR dell'impianto di riferimento pari a 49%. La producibilità dell'impianto Agrivoltaico e dell'impianto fotovoltaico è stata calcolata mediante lo strumento denominato PVGIS del Joint Research Centre – JRC della Commissione Europea, disponibile al link https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en I dati inseriti nel processo di calcolo della producibilità attesa, sia per l'impianto Agrivoltaico sia per l'impianto fotovoltaico di riferimento, sono riportati di seguito. Per considerare le opzioni di montaggio non previste dal PVGIS nel calcolo della producibilità dell'impianto Agrivoltaico, sono stati applicati fattori correttivi.

• **IMPIANTO AGRIVOLTAICO**

- o Posizione impianto: **41.315219°, 15.653132°**
- o Database di radiazione solare: **SARAH 2**
- o Tecnologia FV: **silicio cristallino**
- o Potenza di picco (kW): **21.853,58 kW** (somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici dell'impianto Agrivoltaico)
- o Perdite di sistema: 14% o Posizione di montaggio: **a terra**
- o Opzioni di montaggio: **tracker monoassiali ad asse inclinato 0°**

• **IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI RIFERIMENTO**

- o Posizione impianto: **41.315219°, 15.653132°**
- o Database di radiazione solare: **SARAH 2**
- o Tecnologia FV: **silicio cristallino**
- o Potenza di picco (kW): **40.428,11 kW** (calcolato sul 49% della Stot)
- o Perdite di sistema: **14%**
- o Posizione di montaggio: **a terra**
- o Opzioni di montaggio: struttura fissa o Orientamento: sud o Inclinazione: **31°** (angolo pari alla latitudine - 10°)

FATTORI CORRETTIVI

Avendo scelto moduli bifacciali, per determinare il valore di producibilità si applicherà, al risultato ottenuto dal PVGIS per il calcolo della producibilità relativo all'impianto Agrivoltaico, aggiungeremo un fattore correttivo pari a +15%.

Calcolo della produttività dell'impianto di riferimento Nella formula seguente è indicato il calcolo della potenza di picco dell'impianto fotovoltaico standard (**FVstandard**):

$$\text{Potenza di picco} = \frac{\text{Stot} \times \text{LAORstandard}}{\text{Smodulo}} \times \text{Potenza singolo modulo}$$

Dove:

Stot = 368.768 m² è la superficie totale dell'impianto

LAORstandard = 49% è il rapporto di occupazione dell'area

Spv = 3,106352 m² è la superficie di un singolo modulo fotovoltaico

Potenza singolo modulo = 0,695 Kw

Calcolando si ottiene:

$$\text{Potenza di picco} = \frac{368.768 \times 49\%}{3,106352} \times 0,695 = 40.428,11 \text{ kW}$$

Il valore di producibilità ottenuto da PVGIS per l'impianto Agrivoltaico è pari a 38.017.327,26 kWh, incrementato del 15% per l'installazione di moduli bifacciali, si ha una producibilità di 43.719.926,35 kWh. Sulla base di quanto ottenuto con il calcolo della potenza di picco, la producibilità dell'impianto fotovoltaico di riferimento è pari a 58.512.307,73 kWh. Pertanto, il rapporto tra la producibilità dell'impianto Agrivoltaico e quella dell'impianto fotovoltaico standard è:

$$\text{Potenza di picco} = \frac{43.719.926,35 \text{ (FVagri)}}{58.512.307,73 \text{ (FVstandard)}} \sim 0,75$$

Risulta, quindi, verificato il requisito dell'Allegato 2.A.3 del DM Agrivoltaico, **FVagri** ≥ 0,6 · **FVstandard**. Pertanto, con tale valutazione, si conferma il pieno rispetto del Requisito di producibilità elettrica minima della **Tessera 1**.

Di seguito report del software utilizzato per la simulazione della producibilità energetica dell'impianto
AGRIVOLTAICO Tessera 1



PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV

Valori inseriti:

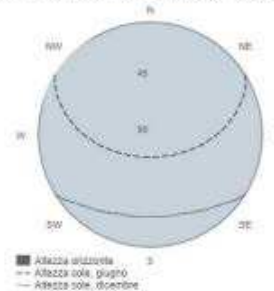
Latitudine/Longitudine: 45.315, 15.853
 Orizzonte: Calcolato
 Database solare: PVGIS-SARAH2
 Tecnologia FV: Silicio cristallino
 FV installato: 21853.58 kWp
 Perdite di sistema: 14 %

Output del calcolo

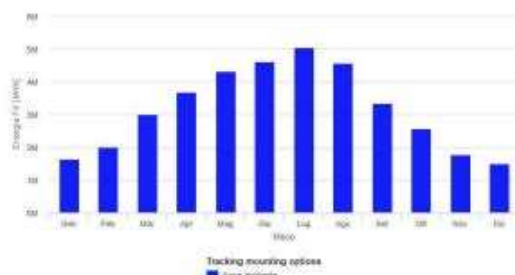
Angolo inclinazione [°]: 0
 Produzione annuale FV [kWh]: 38017327.26
 Irraggiamento annuale [kWh/m²]: 2222.51
 Variazione interannuale [kWh]: 1348282.4
 Variazione di produzione a causa di:
 Angolo d'incidenza [%]: -1.77
 Effetti spettrali [%]: 0.75
 Perdite temp. ed irr. bassa [%]: -8.03
 Perdite totali [%]: -21.73

* IA: Asse inclinato

Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:



Energia mensile da sistema FV ad inseguimento:

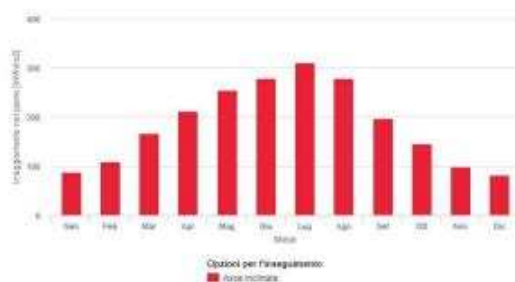


Asse inclinato

| Mese | E_m | H(L_m) | SD_m |
|-----------|-------------|----------|------|
| Gennaio | 16251180.2 | 348508.8 | |
| Febbraio | 200004208.8 | 290318.9 | |
| Marzo | 299963407.4 | 399960.6 | |
| Aprile | 368926812.8 | 342303.1 | |
| Maggio | 431108804.1 | 378969.5 | |
| Giugno | 460535278.6 | 297923.0 | |
| Luglio | 504450318.2 | 219039.8 | |
| Agosto | 456682328.9 | 296109.4 | |
| Settembre | 334469607.2 | 240084.3 | |
| Ottobre | 255813148.0 | 354908.2 | |
| Novembre | 177593996.6 | 212028.5 | |
| Dicembre | 149673816.6 | 205435.6 | |

E_m: Medio mensile del rendimento energetico del sistema definito [kWh]
 H(L_m): Medio mensile di irraggiamento al metro quadro sul modulo del sistema scelto [kWh/m²]
 SD_m: Variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh]

Irraggiamento mensile nel piano di inseguimento:



La Commissione europea gestisce questo sito per offrire al pubblico un più ampio accesso alle informazioni sulle sue iniziative e le politiche dell'Unione europea in generale. L'obiettivo è quello di fornire informazioni rapide e aggiornate. Le informazioni contenute sul sito non sono intese per sostituire le informazioni ufficiali. La Commissione europea, il sito, e il logo sono marchi registrati dell'Unione europea. Per ulteriori informazioni, visitate <http://ec.europa.eu/info>



PVGIS ©Unione Europea, 2001-2024.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Rapporto generato il 2024/09/09

Di seguito report del software utilizzato per la simulazione della producibilità energetica dell'impianto

FOTOVOLTAICO STANDARD Tessera 1



Rendimento FV connesso in rete

PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

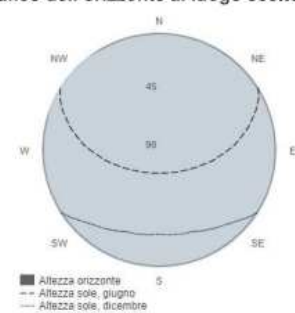
Valori inseriti:

Latitudine/Longitudine: 41.315, 15.653
 Orizzonte: Calcolato
 Database solare: PVGIS-SARAH2
 Tecnologia FV: Silicio cristallino
 FV installato: 40428.11 kWp
 Perdite di sistema: 14 %

Output del calcolo

Angolo inclinazione: 31 °
 Angolo orientamento: 0 °
 Produzione annuale FV: 58512307.73 kWh
 Irraggiamento annuale: 1867.68 kWh/m²
 Variazione interannuale: 1967502.88 kWh
 Variazione di produzione a causa di:
 Angolo d'incidenza: -2.74 %
 Effetti spettrali: 0.87 %
 Temperatura e irradianza bassa: -8.15 %
 Perdite totali: -22.51 %

Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:



Energia FV ed irraggiamento mensile

| Mese | E_m | H(i)_m | SD_m |
|-----------|------------|----------|------|
| Gennaio | 33256823.3 | 714386.7 | |
| Febbraio | 36614499.3 | 531646.5 | |
| Marzo | 48408077.8 | 610434.4 | |
| Aprile | 54746082.3 | 448763.2 | |
| Maggio | 59310181.9 | 449910.2 | |
| Giugno | 60113120.0 | 303400.8 | |
| Luglio | 65104320.4 | 259012.9 | |
| Agosto | 63374320.3 | 353202.0 | |
| Settembre | 51783426.4 | 338531.2 | |
| Ottobre | 44948831.3 | 601381.2 | |
| Novembre | 34817511.5 | 399650.5 | |
| Dicembre | 32645847.5 | 440385.0 | |

E_m: Media mensile del rendimento energetico dal sistema definito [kWh].
 H(i)_m: Media mensile di irraggiamento al metro quadro sui moduli del sistem scelto [kWh/m²].
 SD_m: Variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh].

La Commissione europea gestisce questo sito per offrire al pubblico un più ampio accesso alle informazioni sulle sue iniziative e la politica dell'Unione europea in generale. L'obiettivo è quello di fornire informazioni esatte e aggiornate. Qualsiasi errore purtutto sia venuta all'attenzione sarà prontamente corretto. La Commissione declina, tuttavia, qualsiasi responsabilità per quanto riguarda le informazioni ottenute consultando questo sito.

È nostra cura ridurre al minimo le distorsioni imputabili a problemi tecnici. Tuttavia, parte dei dati o delle informazioni contenute nel sito possono essere stati creati o strutturati in modo automatico e non possono garantire che il servizio non subisca interruzioni o non inserisca in modo errato i dati. La Commissione declina ogni responsabilità per gli eventuali problemi derivati dall'utilizzazione del presente sito o dei siti esterni ad esso collegati.

Per ulteriori informazioni, visitare <https://ec.europa.eu/info/pagine-italiano>

PVGIS ©Unione Europea, 2001-2024.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Rapporto generato il 2024/09/09



TESSERA 2

Il LAOR del progetto in questione è del **29,73%**:

| <i>Stot</i> <i>mq</i> | <i>Spv</i> <i>mq</i> | <i>LAOR</i> <i>%</i> |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 533.607 | 158.647,61 | 29,73 |

Per rispettare il requisito della producibilità elettrica minima è necessario che la produzione elettrica specifica dell'impianto Agrivoltaico avanzato, *FVagri*, risulti non inferiore al 60% della producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento, *FVstandard* ubicato nello stesso sito.

$$FVagri \geq 0,6 \cdot FVstandard$$

Il LAOR viene impiegato esclusivamente ai fini del calcolo della producibilità dell'impianto di riferimento e a tale fine sono state attuate le seguenti assunzioni:

- superficie totale dell'impianto di riferimento = superficie totale del sistema Agrivoltaico *Stot*;
- superficie del singolo modulo su impianto di riferimento = superficie del modulo che si intende installare su impianto Agrivoltaico;
- potenza nominale del singolo modulo su impianto di riferimento = potenza nominale del modulo che si intende installare su impianto Agrivoltaico;
- LAOR dell'impianto di riferimento pari a 49%.

La producibilità dell'impianto Agrivoltaico e dell'impianto fotovoltaico è stata calcolata mediante lo strumento denominato PVGIS del Joint Research Centre – JRC della Commissione Europea, disponibile al link https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en.

I dati inseriti nel processo di calcolo della producibilità attesa, sia per l'impianto Agrivoltaico sia per l'impianto fotovoltaico di riferimento, sono riportati di seguito. Per considerare le opzioni di montaggio non previste dal PVGIS nel calcolo della producibilità dell'impianto Agrivoltaico, sono stati applicati fattori correttivi.

- **IMPIANTO AGRIVOLTAICO**

- o Posizione impianto: **41.295292°, 15.625928°**

- o Database di radiazione solare: **SARAH 2**

- o Tecnologia FV: **silicio cristallino**

- o Potenza di picco (kW): **35.495,04 kW** (somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici dell'impianto Agrivoltaico)

- o Perdite di sistema: **14%**

- o Posizione di montaggio: **a terra**

- o Opzioni di montaggio: **tracker monoassiali ad asse inclinato 0°**

• **IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI RIFERIMENTO**

- o Posizione impianto: **41.295292°, 15.625928°**
- o Database di radiazione solare: **SARAH 2**
- o Tecnologia FV: **silicio cristallino**
- o Potenza di picco (kW): **58.499,44 kW** (calcolato sul 49% della Stot)
- o Perdite di sistema: **14%**
- o Posizione di montaggio: **a terra**
- o Opzioni di montaggio: **struttura fissa**
- o Orientamento: sud o Inclinazione: **31°** (angolo pari alla latitudine -10°)

FATTORI CORRETTIVI

Avendo scelto moduli bifacciali, per determinare il valore di producibilità si applicherà, al risultato ottenuto dal PVGIS per il calcolo della producibilità relativo all'impianto Agrivoltaico, aggiungeremo un fattore correttivo pari a +15%.

Calcolo della produttività dell'impianto di riferimento

Nella formula seguente è indicato il calcolo della potenza di picco dell'impianto fotovoltaico standard (**FVstandard**):

$$\text{Potenza di picco} = \frac{\text{Stot} \times \text{LAORstandard}}{\text{Smodulo}} \times \text{Potenza singolo modulo}$$

Dove:

Stot = 533.607 m² è la superficie totale dell'impianto

LAORstandard = 49% è il rapporto di occupazione dell'area

Spv = 3,106352 m² è la superficie di un singolo modulo fotovoltaico

Potenza singolo modulo = 0,695 Kw

Calcolando si ottiene:

$$\text{Potenza di picco} = \frac{533.607 \times 49\%}{3,106352} \times 0,695 = 58.499,44 \text{ kW}$$

Il valore di producibilità ottenuto da PVGIS per l'impianto Agrivoltaico è pari a 61.748.535,11 kWh, incrementato del 15% per l'installazione di moduli bifacciali, si ha una producibilità di 71.010.815,38 kWh.

Sulla base di quanto ottenuto con il calcolo della potenza di picco, la producibilità dell'impianto fotovoltaico di riferimento è pari a 84.667.258,39 kWh. Pertanto, il rapporto tra la producibilità dell'impianto Agrivoltaico e quella dell'impianto fotovoltaico standard è:

$$\text{Potenza di picco} = \frac{71.010.815,38 (FV_{agri})}{84.667.258,39 (FV_{standard})} \sim 0,84$$

Risulta, quindi, verificato il requisito dell'Allegato 2.A.3 del DM Agrivoltaico, $FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{agri}$. Pertanto, con tale valutazione, si conferma il pieno rispetto del Requisito di producibilità elettrica minima della **Tessera 2**.

Di seguito report del software utilizzato per la simulazione della producibilità energetica dell'impianto
AGRIVOLTAICO Tessera 2



PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV

Valori inseriti:

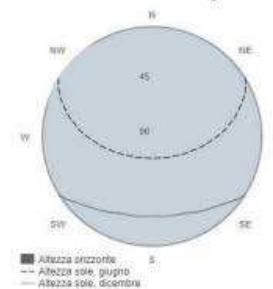
Latitudine/Longitudine: 45,315, 15,653
 Orizzonte: Calcolato
 Database solare: PVGIS-SARAH2
 Tecnologia FV: Silicio cristallino
 FV installato: 35495,04 kWp
 Perdite di sistema: 14 %

Output del calcolo

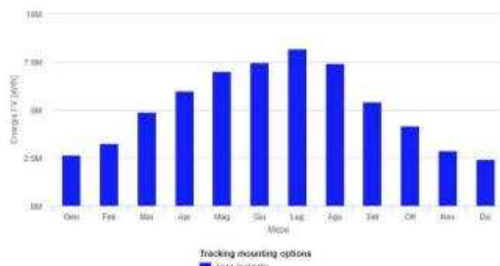
IA*
 0
 Produzione annuale FV [kWh]: 61748535.11
 Irraggiamento annuale [kWh/m²]: 2222.51
 Variazione interannuale [kWh]: 2189908.4
 Variazione di produzione a causa di:
 Angolo d'incidenza [%]: -1.77
 Effetti spetrali [%]: 0.75
 Perdite temp. ed irr. bassa [%]: -8.03
 Perdite totali [%]: -21.73

* IA: Asse inclinata

Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:



Energia mensile da sistema FV ad inseguimento:



Asse inclinata

| Mese | E_m | H(i)_m | SD_m |
|-----------|-------------|----------|------|
| Gennaio | 26395488.0 | 566055.3 | |
| Febbraio | 324850608.8 | 471542.1 | |
| Marzo | 487206807.4 | 649624.4 | |
| Aprile | 599218233.8 | 555975.8 | |
| Maggio | 700217852.1 | 615530.1 | |
| Giugno | 748011272.6 | 483692.8 | |
| Luglio | 819338910.2 | 355769.0 | |
| Agosto | 741752976.9 | 480947.1 | |
| Settembre | 543253097.2 | 389949.9 | |
| Ottobre | 415497045.0 | 576449.3 | |
| Novembre | 288450666.0 | 344381.1 | |
| Dicembre | 2431028948 | 333672.8 | |

E_m: Media mensile del rendimento energetico del sistema definito [kWh]
 H_m: Media mensile di irraggiamento al metro quadro sui moduli del sistema scelto [kWh/m²]
 SD_m: Variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh]

Irraggiamento mensile nel piano di inseguimento:



La Commissione è un'agenzia gestita sotto la supervisione pubblica un'agenzia autorizzata alle informazioni sulle sue iniziative e le attività dell'Unione europea in generale. L'obiettivo di questo è fornire informazioni rapide e aggiornate. Qualsiasi errore o omissione nella pubblicazione sarà puramente casuale. La Commissione declina, tuttavia, qualsiasi responsabilità per quanto riguarda le informazioni ritirate o non ritirate.
 È nostra cura rendere al meglio le informazioni disponibili e pertinenti. Tuttavia, parte delle nostre informazioni contenute in questo rapporto sono stati creati o utilizzati da terzi e non possiamo garantire che il servizio non contenga informazioni o non risulti in alcun modo di un problema. La Commissione declina ogni responsabilità per gli eventuali problemi derivanti dall'uso del presente sito o da altri sistemi ad esso collegati.
 Per ulteriori informazioni, visitare <http://ec.europa.eu/info/legislation>



PVGIS ©Unione Europea, 2001-2024.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Rapporto generato il 2024/09/09

Di seguito report del software utilizzato per la simulazione della producibilità energetica dell'impianto
FOTOVOLTAICO STANDARD Tessera 2



PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

Valori inseriti:

Latitudine/Longitudine: 45.315, 15.653
 Orizzonte: Calcolato
 Database solare: PVGIS-SARAH2
 Tecnologia FV: Silicio cristallino
 FV installato: 58499,44 kWp
 Perdite di sistema: 14 %

Output del calcolo

Angolo inclinazione: 31 °
 Angolo orientamento: 0 °
 Produzione annuale FV: 84667258,39 kWh
 Irraggiamento annuale: 1867,68 kWh/m²
 Variazione interannuale: 2846974,95 kWh
 Variazione di produzione a causa di:
 Angolo d'incidenza: -2,74 %
 Effetti spettrali: 0,87 %
 Temperatura e irradianza bassa: -8,15 %
 Perdite totali: -22,51 %

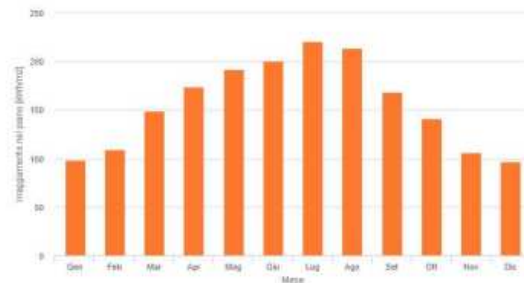
Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:



Energia FV ed irraggiamento mensile

| Mese | E_m | H(i)_m | SD_m | |
|-----------|-----------|-----------|------|---|
| Gennaio | 4812258,3 | 1033716,9 | | E_m: Media mensile del rendimento energetico dal sistema definito [kWh]. |
| Febbraio | 5298109,3 | 769292,0 | | H(i)_m: Media mensile di irraggiamento al metro quadro sui moduli del sistem scelto [kWh/m²]. |
| Marzo | 7004648,8 | 883298,1 | | SD_m: Variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh]. |
| Aprile | 7921753,7 | 649360,0 | | |
| Maggio | 8582179,9 | 651019,6 | | |
| Giugno | 8698367,0 | 439020,6 | | |
| Luglio | 9420592,4 | 374791,4 | | |
| Agosto | 9170262,3 | 511083,0 | | |
| Settembre | 7493057,6 | 489854,4 | | |
| Ottobre | 6504094,3 | 870198,1 | | |
| Novembre | 5038091,3 | 578293,9 | | |
| Dicembre | 4723856,5 | 637236,7 | | |

La Commissione europea pubblica questo sito per offrire al pubblico un cui ampio accesso alle informazioni sulle sue iniziative e le politiche dell'Unione europea in generale. L'obiettivo è quello di fornire informazioni esatte e aggiornate. Qualsiasi errore potrebbe aver scaturito responsabilità sarà probabilmente corretto. La Commissione europea, tuttavia, non è responsabile per quanto riguarda le informazioni che sono contenute in questo sito.

È nostro cuore esortare il pubblico che informazioni imparabili a politiche locali. Tuttavia, parte dei dati o delle informazioni contenute in questo sito possono essere stati o saranno in futuro formati da terzi, o non possiamo garantire che il servizio non subisca interruzioni o non risentire in altro modo di tali problemi. La Commissione europea non è responsabile per gli eventuali problemi derivanti dall'uso del presente sito o dei siti collegati ad esso collegati.

Per ulteriori informazioni, visitate <https://ec.europa.eu/info/legal-notices>



PVGIS ©Unione Europea, 2001-2024.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Rapporto generato il 2024/09/09

14.3 - Requisito C: Moduli elevati da terra TIPO 1

Il progetto per la realizzazione dell'impianto Agrivoltaico prevede una specifica configurazione dei moduli, che possono essere assimilabili al TIPO 1 descritto nelle Linee Guida del MITE. Il sistema di TIPO 1 identifica un impianto ove "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 (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" (le presenti considerazioni riportate dalle linee guida possono essere condotte anche per impianti Agrivoltaici a fini zootecnici)

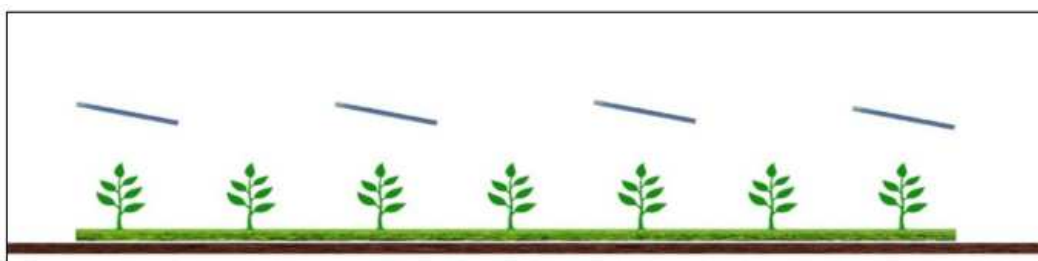
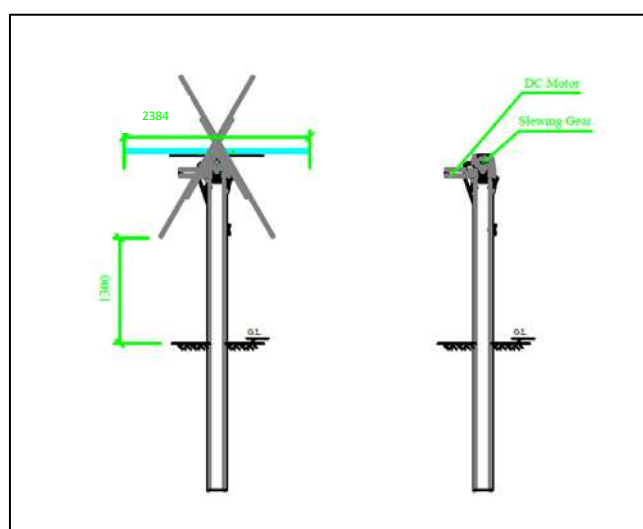


Fig. 4: Sistema Agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e sotto di essi (TIPO 1)
Fonte: ENEA

Il presente progetto prevede la realizzazione dei moduli ad una altezza minima di 1,3 metri, al fine di consentire il passaggio con continuità dei capi ovini.

Pertanto, si osserva che il sistema previsto risponde idoneamente al Requisito "C" richiesto.



Tav. 16 – Struttura Tracker 1V con quote ingombro

14.4 - Requisiti D ed E – Sistemi di monitoraggio

Per il pieno rispetto dei requisiti richiesti dalle Linee Guida del MITE per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico, il presente progetto prevede una serie di attività di monitoraggio atte a valutare e verificare sia la continuità dell'attività agricola sia parametri volti a rilevare effetti benefici concorrenti.

A tali scopi, 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 al:

D.1) – Risparmio idrico

D.2) – Continuità delle attività agricole, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate

Inoltre, il PNRR prevede il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri:

E.1) – Il recupero della Fertilità del suolo;

E.2) – Il microclima;

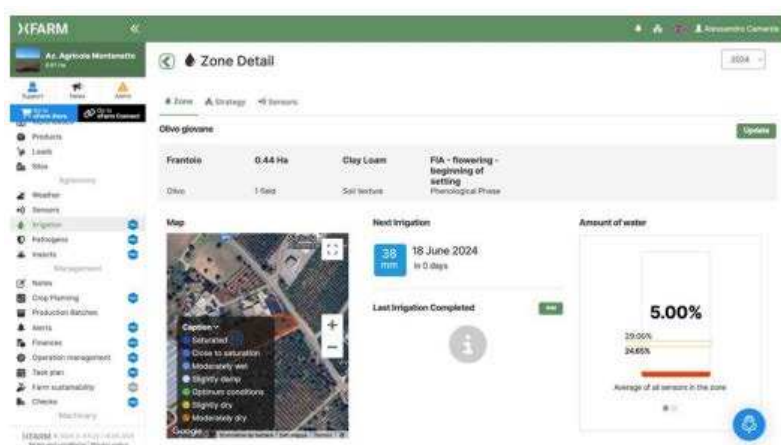
E.3) – La resilienza ai cambiamenti climatici;

Infine, per monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico è importante la misurazione della produzione di energia elettrica.

Di seguito dettaglio dei requisiti D ed E rispettati:

D.1) Monitoraggio del risparmio Idrico

La coltivazione dell'erbaio pascolo, prevista da progetto verrà effettuata in asciutta, secondo le "Linee Guida" del MITE. Attraverso l'utilizzo del software xFarm e attraverso l'installazione di stazioni meteo e sensori di umidità del suolo è possibile svolgere il monitoraggio dei parametri atmosferici, delle precipitazioni e del livello di umidità disponibile per le colture. Tali aspetti verranno registrati all'interno del Cloud e saranno disponibili in piattaforma, questo permetterà di creare un database utile per dimostrare il maggior grado di ottimizzazione della risorsa idrica.



Pertanto, con la succitata modalità di raccolta si rispetta il Requisito D.1 richiesto.

D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Il presente progetto prevede il monitoraggio dei seguenti elementi nel corso della vita utile dell'impianto:

1. L'esistenza e la resa della coltivazione;
2. Il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Tali elementi verranno monitorati e registrati, come riportato al punto 2.6 comma d.2 delle "Linee Guida" *"attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita"*. Questa relazione verrà accompagnata da specifici allegati quali i piani annuali di coltivazione, fascicoli aziendali e registri di stalla.

Tramite l'adozione di sistemi di agricoltura di precisione è possibile digitalizzare tutte le informazioni relative alla consistenza catastale, agli appezzamenti e all'avvicendamento culturale. All'interno della piattaforma xFarm saranno inoltre tracciate tutte le operazioni di campo tramite sistemi georeferenziati applicati alle macchine. Diventa quindi possibile associare le telemetrie delle macchine alla data in cui le operazioni sono state svolte. Tramite le fotocamere xCam, montate in associazione alle stazioni meteo, è possibile inoltre trasmettere al Cloud fotografie scattate con cadenza giornaliera, tale accorgimento permette di produrre documentazione accessoria utile alla redazione della relazione tecnica.



Gestione Aziendale

- Gestione personale
- Visione globale azienda
- Piani di lavoro
- Pianificazione piani colturali

Burocrazia e Reportistica

- Registro documenti
- Export report personalizzabili
- Documenti per Biologico, Global GAP

Tale possibilità rappresenta un sistema tecnologicamente innovativo e sicuro (in quanto i dati vengono automaticamente registrati in Cloud) per testimoniare la continuità dell'attività agricola, che anche qualora non porti ai risultati di PLV attesi sarà comunque possibile certificare di aver svolto le pratiche agricole routinarie.

La digitalizzazione delle informazioni in piattaforma permette l'adempimento ai requisiti previsti nel documento ministeriale:

1. Anagrafica: sede legale; rappresentante legale; detentore; recapiti; identificativi dell'UTE (unità tecnica economica); data apertura e data ultima validazione del FA; dimensione economica (in euro di Standard Output); OTE – Orientamento Tecnico Economico; forma giuridica; agricoltore attivo; azienda biologica; codici amministrativi (INPS; CCIAA; AUSL; ecc.).
2. Territorio: la consistenza territoriale a livello di particella catastale
3. Piano colturale grafico: l'uso del suolo rappresentato in modalità grafica.
4. Zootecnia: consistenza del patrimonio zootecnico gestito dall'azienda. Considerando la natura del progetto, che prevede la coesistenza del sistema energetico in combinazione con uno agronomico di carattere zootecnico/pastorale, tramite la piattaforma xFarm è possibile registrare digitalmente le informazioni relative alle proprie unità zootecniche.

Pertanto, con la succitata modalità si rispetta il Requisito D.2 richiesto.

E.1) Monitoraggio della fertilità del suolo

Il progetto di Agrivoltaico zootecnico data la natura stessa della interazione tra ombreggiamento-letamazione-pascolo consente ad oggi di stimare un netto miglioramento delle capacità di ripristino della fertilità rispetto allo stato attuale ove sono presenti graminacee oggettivamente depauperanti. Infatti, il parziale ombreggiamento e la presenza del pascolo consente una netta riduzione dei processi di mineralizzazione della Sostanza Organica (SO) presente, inoltre la concentrazione della Sostanza organica potenzialmente aumenterebbe grazie alle attività di pascolo degli ovini creando dunque un sistema di ripristini ciclico della SO.

Attraverso la Piattaforma xFarm sarà possibile registrare informazioni georeferenziate delle caratteristiche del suolo. L'utilizzo del terreno in un sistema agro pastorale favorisce il miglioramento delle condizioni del terreno grazie alla presenza degli animali. Tale aspetto può essere quindi documentato e registrato attraverso la piattaforma, conducendo analisi del suolo al "tempo 0" durante la fase di inizio dell'impianto e con cadenza triennale. Sarà quindi possibile, inserire i dati del monitoraggio che dimostrano l'evoluzione positiva della fertilità del suolo nel tempo.

Pertanto, per quanto succitato si rispetta il Requisito E.1 richiesto.

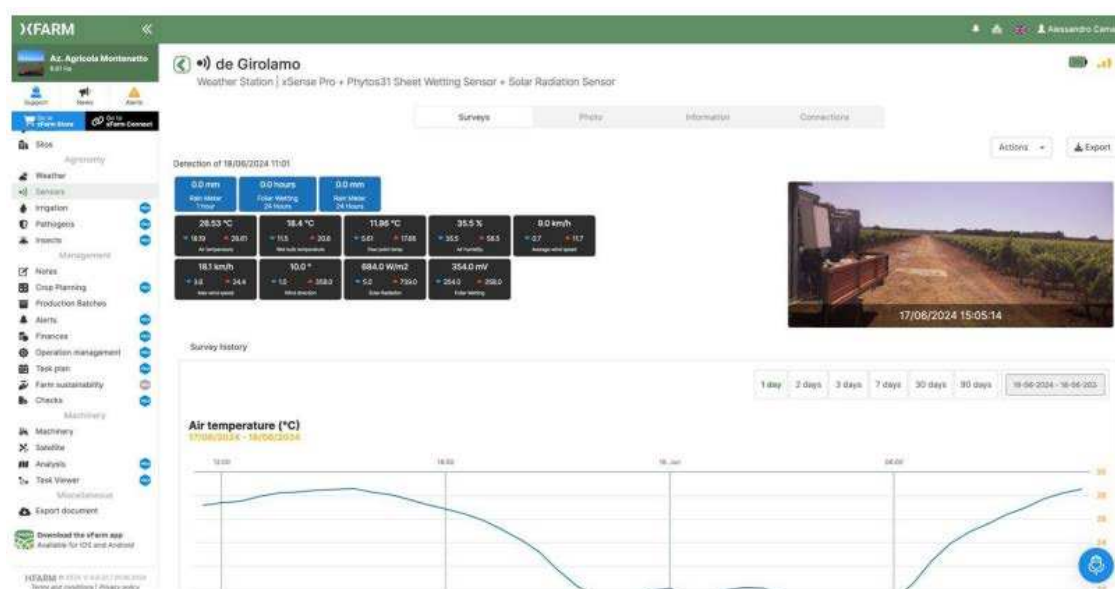
E.2) Monitoraggio del microclima

La realizzazione di un progetto Agrivoltaico comporta la generazione di microclimi all'interno dell'areale oggetto di analisi (cap.4.4) assimilabili ai microclimi di un sottobosco. Tali microclimi non andranno a causare o istaurare processi di danno all'attività zootecnica o al pascolo, anzi creerà condizioni di benessere animale per tutto il sistema di allevamento.

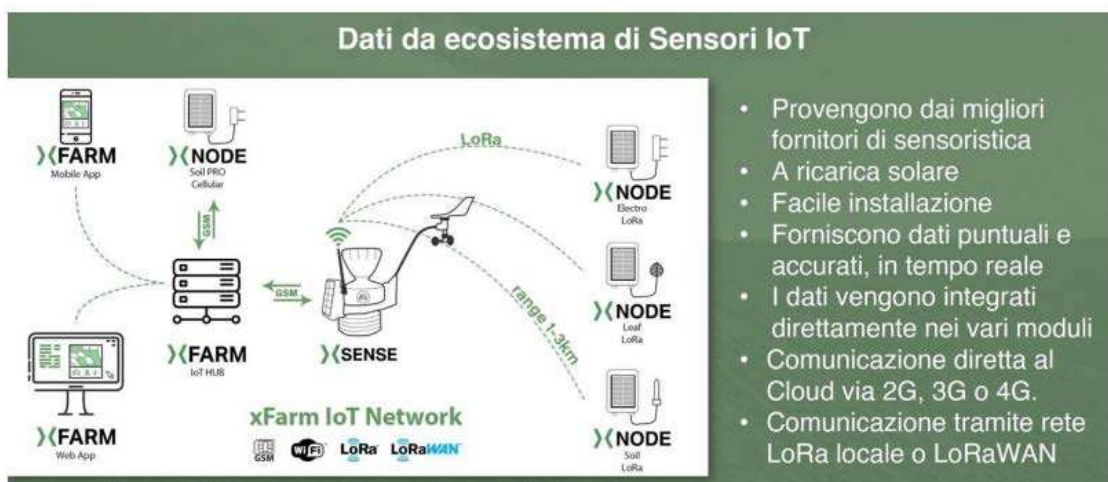
Il sistema di monitoraggio del microclima si basa su sensori per la rilevazione dei seguenti parametri:

- temperatura;
- umidità;
- velocità dell'aria;
- radiazione solare.

Per ogni iniziativa, per ciascuno dei parametri sopra riportati, la rilevazione deve essere effettuata in campo aperto con l'installazione di un sensore (appunto in campo aperto, nelle immediate vicinanze dell'impianto ma non sotto di esso) e di un sensore installato retro-modulo per ogni ettaro di superficie Stot dell'iniziativa.



Attraverso l'istallazione di stazioni meteo è possibile il monitoraggio dei parametri atmosferici, delle precipitazioni e del livello di umidità presente nel terreno, tali aspetti verranno registrati all'interno del Cloud e resi disponibili in piattaforma tramite invio ogni 15 minuti dei parametri rilevati.



Pertanto, per quanto succitato si rispetta il Requisito E.2 richiesto.

E.3) Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

Ultimo requisito analizzato corrisponde alla resilienza ai cambiamenti climatici. In considerazione ai fenomeni di erosione del suolo causati da eventi estremi e dall'attività dell'uomo e ai processi legati al riscaldamento globale, la presenza combinata di un impianto Agrivoltaico-zootecnico consente di ottimizzare le risorse disponibili e di migliorare le condizioni attuali dell'areale interessato. Infatti, l'ombreggiamento e la presenza del pascolo, come affrontato precedentemente, consente di ridurre i processi di evapotraspirazione e contemporaneamente garantire una riduzione dell'emissione della CO₂ legata ad utilizzo di mezzi agricoli per le normali attività agricole.

Per dimostrare il rispetto del requisito, nell'ambito della comunicazione di entrata in esercizio delle iniziative è previsto che sia trasmessa:

- una relazione redatta dal progettista dell'iniziativa recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;
- documentazione che attesti l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione corredata anche da documentazione fotografica della fase di cantiere e del manufatto finale.

Tramite l'ecosistema xFarm verranno valutate le strategie più efficaci per fornire uno strumento che permetta di fornire una soluzione per tale requisito.

Pertanto, per quanto succitato si rispetta il Requisito E.3 richiesto.

Al fine di espletare l'attività di monitoraggio sopra descritta, verranno installati i seguenti sensori e stazioni elencati di seguito:

| Hardware | Quantità |
|----------------------------|----------|
| Weather Station xSense PRO | 182 |
| Soil moisture sensor | 91 |

In definitiva è possibile asserire che l'impianto di Agrivoltaico, dall'analisi dei requisiti analizzati, si propone risponde a tutti i requisiti di cui sopra risultando un impianto Agrivoltaico di tipo AVANZATO sia per tipologia che per continuità/miglioramento dell'indirizzo agricolo.

15- CONCLUSIONI

Fino ad oggi, la realizzazione di un impianto fotovoltaico di grandi dimensioni obbligava l'agricoltore a modificare fortemente le caratteristiche aziendali, la destinazione d'uso e le caratteristiche del suolo, che spesso veniva livellato e coperto con materiale inerte.

L'assetto produttivo proposto nel progetto, costituito da un rapporto sinergico tra impianto fotovoltaico, attività agricola e attività zootecnica, consentirà di soddisfare la crescente domanda di energia elettrica da fonti rinnovabili e, allo stesso tempo, eviterà la perdita di suolo per la produzione alimentare.

Il sistema APV permetterà di incrementare il valore produttivo dell'area senza che vi siano impatti negativi sulla produzione agronomica. La coltivazione del terreno e la gestione agro-zootecnica dello stesso, inoltre, consentiranno di ridurre al minimo il rischio di incendi e si garantirà un'opportuna custodia e controllo dell'area e della vegetazione al di sotto dei moduli fotovoltaici.

In aggiunta, la coltivazione di specie autoctone creerà un habitat per gli insetti utili, a beneficio dell'ecosistema aziendale e del microsistema areale, fornendo benefici ambientali ed economici. La realizzazione del sistema combinato di pannelli fotovoltaici e produzione agro-zootecnica, grazie alla creazione di un allevamento zootecnico, è fortemente consigliata nell'ottica della sostenibilità ambientale, come affermato anche dall'obiettivo di sviluppo sostenibile.

Il passaggio al sistema di coltivazione biologica consentirà un recupero delle caratteristiche dei suoli, una netta riduzione degli apporti chimici di sintesi, dovuti al mancato utilizzo di concimi convenzionali e degli agrofarmaci per il controllo della vegetazione infestante, degli insetti fitofagi e delle patologie fungine e batteriche, altamente nocivi per la flora e la macrofauna e microfauna circostante.

Inoltre, il passaggio al sistema Agrivoltaico consentirà di preservare nel tempo il suolo dal processo di sovrassfruttamento, evitando l'avanzare del fenomeno della desertificazione, conseguente alla perdita di fertilità del terreno stesso.

Come affermato nelle premesse, la combinazione di un sistema APV all'allevamento zootecnico permetterà all'agricoltore di incrementare il proprio reddito, eviterà l'istaurarsi di fenomeni di desertificazione,

consentirà un aumento della S.O. nel suolo, ormai deteriorato da anni di coltivazione con colture estensive convenzionali.

A maggior ragione il sistema BIO comporterà certamente una riduzione della produzione unitaria riducendo il terreno disponibile (SAU), ma vanta un prezzo maggiore sul mercato e grazie al miglioramento della qualità delle produzioni ottenute nei sistemi Agrivoltaici, tali sistemi non graveranno sul reddito dell'agricoltore, compensando con i ricavi migliori dalla vendita di tali prodotti agro-zootecnici biologici.

Pertanto, il presente progetto di un impianto Agrivoltaico in località Ordona (FG), mediante l'applicazione di una razionale rotazione colturale, consentirà il raggiungimento di un livello di reddito e di valore di PS maggiore rispetto al sistema di coltivazione antecedente al medesimo.

In conclusione, si può affermare che tale progetto consentirà il raggiungimento dell'esigenza funzionale del terreno, ovvero sarà favorita la produzione di energia elettrica derivante da fonti rinnovabili, una ridotta sottrazione di terreno all'attività agricola, un aumento del livello ecologico, vegetazionale dell'area e, infine un reddito stabile all'agricoltore.

Foggia, 09.09.2024

Firma

BIBLIOGRAFIA

- 1- Goetzberger A, Zastrow A (1982) Sulla coesistenza della conversione dell'energia solare e della coltivazione delle piante. *Int J Solar Energy* 1: 55–69.
- 2- Axel Weselek, Andrea Ehmann, Sabine Zikeli, Iris Lewandowski, Stephan Schindele & Petra Högy: Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review
- 3- Nonhebel S (2005) Renewable energy and food supply: will there be enough land? *Renew Sust Energy Rev* 9:191–201. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2004.02.003>
- 4- Dupraz C, Marrou H, Talbot G, Dufour L, Nogier A, Ferard Y (2011a) Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: towards new agrivoltaic schemes. *Renew Energy* 36: 2725–2732. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.03.005>
- 5- Elamri Y, Cheviron B, Lopez J-M, Dejean C, Belaud G (2018) Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: application to irrigated lettuces. *Agric Water Manag* 208:440–453. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.07.001>
- 6- Valle B, Simonneau T, Sourd F, Pechier P, Hamard P, Frisson T, Ryckewaert M, Christophe A (2017) Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops. *Appl Energy* 206:1495–1507. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.09.113>
- 7- Marrou H, Dufour L, Wery J (2013a) How does a shelter of solar panels influence water flows in a soil-crop system? *Eur J Agron* 50:38–51. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.05.004>
- 8- Ravi S, Macknick J, Lobell D, Field C, Ganesan K, Jain R, Elchinger M, Stoltenberg B (2016) Colocation opportunities for large solar infrastructures and agriculture in drylands. *Appl Energy* 165:383–392. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.12.078>
- 9- Hassanpour Adeh E, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS One* 13: e0203256. <https://doi.org/10.371/journal.pone.0203256>
- 10- Elamri Y, Cheviron B, Lopez J-M, Dejean C, Belaud G (2018) Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: application to irrigated lettuces. *Agric Water Manag* 208:440–453
- 11- Marrou H, Dufour L, Wery J (2013a) How does a shelter of solar panels influence water flows in a soil-crop system? *Eur J Agron* 50:38–51
- 12- Amaducci S, Yin X, Colauzzi M (2018) Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Appl Energy* 220:545–561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>
- 13- Leroy J Walston et al. Examining the Potential for Agricultural Benefits from Pollinator Habitat at Solar Facilities in the United States
- 14- Maryland General Assembly. Maryland State Bill 1158; Solar generation facilities–pollinator-friendly designation, 2017; <http://mgaleg.maryland.gov/webmga/frmMain.aspx?pid=billpage&stab=01&id=sb1158&tab=subject3&ys=2017rs>
- 15- Minnesota State Legislature. Minnesota House Bill HF 3353; Solar site management, 2016
- 16- Wratten, S. D. Gillespie, M.; Decourtye, A.; Mader, E.; Desneux, N. Pollinator habitat enhancement: benefits to other ecosystem services. *Agric., Ecosyst. Environ.* 2012, 159, 112– 122, DOI: 10.1016/j.agee.2012.06.020
- 17- Movellan J (2013) Japan next-generation farmers cultivate crops and solar energy. <http://www.renewableenergyworld.com/articles/2013/10/japan-next-generation-farmers-cultivate-agriculture-and-solarenergy.html>. Accessed 14 July 2017
- 18- Casarin D (2012) R.E.M. Racconta l'“Agrivoltaico”: Quando l'Agricoltura Scopre il Fotovoltaico. <http://www.genitronsviluppo.com/2012/07/30/rem-Agrivoltaico/>. Accessed 29 November 2017
- 19- Rem Tec (2017a) AGRIVOLTAICO® TECHNOLOGY. <https://www.remtec.energy/en/Agrivoltaico/>. Accessed 29 November 2017
- 20- Corditec (2017) Our plant - Campo d'Eco. <http://corditec.it/solare/pagecampo.php?page=impianto&title=campo%20d%27eco&id=77>. Accessed 29 November 2017

- 21- Dinesh H, Pearce JM (2016) The potential of agrivoltaic systems. *Renew Sust Energ Rev* 54:299–308. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024>
- 22- Gauthier M, Pellet D, Monney C, Herrera JM, Rougier M, Baux A (2017) Fatty acids composition of oilseed rape genotypes as affected by solar radiation and temperature. *Field Crop Res* 212:165–174. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.07.013>
- 23- Izquierdo NG, Aguirrezábal LAN, Andrade FH, Geroudet C, Valentinuz O, Pereyra Iraola M (2009) Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crop species. *Field Crop Res* 114:66–74. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.07.007>
- 24- Krauss A, Marschner H (1984) Growth rate and carbohydrate metabolism of potato tubers exposed to high temperatures. *Potato Res* 27:297–303. <https://doi.org/10.1007/BF02357638>
- 25- Arauz LF (2000) Mango anthracnose: economic impact and current options for integrated management. *Plant Dis* 84:600–611. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.6.600>
- 26- Du F, Deng W, Yang M, Wang H, Mao R, Shao J, Fan J, Chen Y, Fu Y, Li C, He X, Zhu Y, Zhu S (2015) Protecting grapevines from rainfall in rainy conditions reduces disease severity and enhances profitability. *Crop Prot* 67:261–268. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.10.024>
- 27- Majumdar D, Pasqualetti MJ (2018) Dual use of agricultural land: introducing ‘agrivoltaics’ in Phoenix metropolitan statistical area, USA. *Landsc Urban Plan* 170:150–168. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.10.011>
- 28- Obergfell T, Bopp G, Reise C, Schindele S (Eds.), (2017) *Landwirtschaft unter Photovoltaik – die weltweit erste APV-Forschungsanlage im Reallabor*, 15 pp.
- 29- Praderio S, Perego A (2017) Photovoltaics and the agricultural landscape: the Agrivoltaico concept. <http://www.remtec.energy/en/2017/08/28/photovoltaics-form-landscapes/>. Accessed 6 April 2018
- 30- Marrou H, Wery J, Dufour L, Dupraz C (2013c) Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of 35 Page 18 of 20 *Agron. Sustain. Dev.* (2019) 39: 35 photovoltaic panels. *Eur J Agron* 44:54–66. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.08.003>
- 31- Elamri Y, Cheviron B, Mange A, Dejean C, Liron F, Belaud G (2017) Rain concentration and sheltering effect of solar panels on cultivated plots. *Hydrol Earth Syst Sci Discuss*:1–37. <https://doi.org/10.5194/hess-2017-418>
- 32- Barron-Gafford GA, Minor RL, Allen NA, Cronin AD, Brooks AE, Pavao-Zuckerman MA (2016) The photovoltaic Heat Island effect: larger solar power plants increase local temperatures. *Sci Rep* 6(35070). <https://doi.org/10.1038/srep35070>
- 33- Hassanpour Adeg E, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS One* 13: e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>
- 34- A. Leon, K. Ishihara- Assessment of new functional units for agrivoltaic systems - *J Environ Manag*, 226 (2018), pp. 493-498
- 35- A. Weselek, A. Ehmann, S. Zikeli, I. Lewandowski, S. Schindele, P. Hög - Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review - *Agron Sustain Dev*, 39 (2019)
- 36- W. Liu, L. Liu, C. Guan, F. Zhang, M. Li, H. Lv, et al. - A novel agricultural photovoltaic system based on solar spectrum separation - *Sol Energy*, 162 (2018), pp. 84-94
- 37- J. Chen, Y. Liu, L. Wang - Research on coupling coordination development for photovoltaic agriculture system in China - *Sustainability*, 11 (2019), p. 1065
- 38- R.H.E. Hassanien, M. Li, W. Dong Lin - Advanced applications of solar energy in agricultural greenhouses - *Renew Sustain Energy Rev*, 54 (2016), pp. 989-1001
- 39- G.A. Barron-Gafford, M.A. Pavao-Zuckerman, R.L. Minor, L.F. Sutter, I. Barnett-Moreno, D.T. Blackett, et al. - Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands - *Nat Sustain*, 2 (2019), pp. 848-855
- 40- P.-C. Li, H-w Ma - Evaluating the environmental impacts of the water-energy-food nexus with a life-cycle approach - *Resour Conserv Recycl*, 157 (2020), p. 104789
- 41- Dinesh, H. e Pearce, J. M. (2016). Le potenzialità degli impianti agrivoltaici. *Sostenibile rinnovabile*. 54, 299–308. DOI: 10.1016/j.rser.2015.10.024

- 42- Dixon, R. K. (1995). Sistemi agroforestali: fonti di pozzi di assorbimento dei gas serra? *Agroforestazione Syst.* 31, 99–116. DOI: 10.1007/BF00711719
- 43- Lima, M. A., Paciullo, D. S., Morenz, M. J., Gomide, C. A., Rodrigues, R. A. e Chizzotti, F. H. (2019). Produttività e valore nutritivo di *Brachiaria decumbens* e prestazioni delle giovenche da latte in un sistema silvopastorale a lungo termine. *Erba Foraggio Sci.* 74, 160–170. DOI: 10.1111/gfs.12395
- 44- DeMartis, C. (2018). Agricoltura solare nel Maine: una panoramica oggettiva. Brief sulle politiche degli studenti. Disponibile online all'indirizzo: <https://digitalcommons.usm.maine.edu/fsp-policy-briefs/1> (consultato il 7 dicembre 2020).
- 45- B. Patel, B. Gami, V. Baria, A. Patel, P. Patel - Co-generation of solar electricity and agriculture produce by photovoltaic and photosynthesis—dual model by abellon, India - *J Sol Energ-T Asme*, 141 (2019), Article 031014
- 46- Kochendoerfer et al., 2019; Pickerel, 2016
- 47- Agrivoltaic Solutions, 2020
- 48- Kochendoerfer e Thonney, 2021.
- 49- E. W. Kampherbeek et al., 2022
- 50- Mohammad Abdullah Al Mamun, Paul Dargusch, David Wadley, Noor Azwa Zulkarnain, Ammar Abdul Aziz, A review of research on agrivoltaic systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 161, 2022, 112351
- 51- Lezioni di principi di nutrizione e alimentazione animale. F. Totada, 2015
- 52- UNI/PdR 99/2021 . Bios srl, 2021)